5906(43)N

FOR THE PEOPLE
FOR EDVCATION
FOR SCIENCE

LIBRARY
OF
THE AMERICAN MUSEUM
OF
NATURAL HISTORY

MORPHOLOGISCHES JAHRBUCH.

59:06 (43)

EINE ZEITSCHRIFT

FÜR

ANATOMIE UND ENTWICKELUNGSGESCHICHTE.

HERAUSGEGEBEN

VON

CARL GEGENBAUR,
PROFESSOR IN HEIDELBERG.

ERSTER BAND.

MIT 27 LITHOGRAPHIRTEN TAFELN UND 4 HOLZSCHNITTEN.

LEIPZIG,
VERLAG VON WILHELM ENGELMANN.
1876.

'05. 21162. aug 18.

Inhalt des ersten Bandes.

Erstes Heft.

Seite

Die Stellung und Bedeutung der Morphologie. Von C. Gegenbaur . . . 1

Ueber Podophrya gemmipara nebst Bemerkungen zum Bau und zur systematischen Stellung der Acineten. Von Dr. Rich. Hertwig. (Mit Taf. I u. II.) 20

Ueber die Entwickelung der Wirbelsäule und das Centrale carpi des Menschen. Von Dr. Emil Rosenberg. (Mit Taf. III—V.) 83

Zweites Heft.

Zur Anatomie der Faulthiere (Bradypodes). Von Dr. B. Solger. (Mit Fig. 1 u. 2 auf Taf. VI u. 4 Holzschnitten) 199

Ueber zwei im Bereiche des Visceralskelets von Chimaera monstrosa vorkommende noch unbeschriebene Knorpelstückchen. Von Dr. B. Solger. (Mit Fig. 3 auf Taf. VI.) 219

Ueber die Schleimdrüse oder den Endostyl der Tunicaten. Von Hermann Fol. (Mit Taf. VII.) 222

Ueber den Musculus omohyoïdeus und seine Schlüsselbeinverbindung. Von C. Gegenbaur 243

Zur genaueren Kenntniss der Zitzen der Säugethiere. Von C. Gegenbaur. (Mit Taf. VIII.) 266

Zur Anatomie des Amphioxus lanceolatus. Von Dr. C. Hasse. (Mit Taf. IX.) 282

Einige Bemerkungen zu Götte's »Entwickelungsgeschichte der Unke als Grundlage einer vergleichenden Morphologie der Wirbelthiere«. Von C. Gegenbaur 299

Drittes Heft.

Seite

Beiträge zur Kenntniss der Bildung, Befruchtung und Theilung des thierischen Eies. Von Dr. O. Hertwig. (Mit Taf. X—XIII.) 347

Die sechste Zehe der Anuren. Von Dr. G. Born. (Mit Taf. XIV.) 435

Ueber die äussere Seitenwand der Augenhöhle bei den amerikanischen Affen. Von Dr. G. Joseph. (Mit Taf. XV.) 453

Beiträge zur Kenntniss der Nasenwandung, und besonders der Nasenmuscheln der Reptilien. Von Dr. B. Solger. (Mit Taf. XVI.) 467

Zur Anatomie und Physiologie des Phyllodactylus europaeus mit besonderer Berücksichtigung des Aquaeductus vestibuli der Ascalaboten im Allgemeinen. Zugleich als zweiter Beitrag zur Inselfauna des Mittelmeeres. Von Dr. R. Wiedersheim. (Mit Taf. XVII—XIX.) 495

Viertes Heft.

Untersuchungen über Morphologie, Zeugung und Entwickelung der Protozoen. Von Dr. B. Gabriel. (Mit Taf. XX.) 535

Ueber Entwickelung und Fortpflanzung von Infusorien. Von Th. W. Engelmann. (Mit Taf. XXI u. XXII.) 573

Zur vergleichenden Anatomie der Schultermuskeln. Von Max Fürbringer. (Mit Taf. XXIII—XXVII.) 636

Die Stellung und Bedeutung der Morphologie.

Von

C. Gegenbaur.

Im Leben der Wissenschaft sind Wandelungen und Umgestaltungen nicht minder erkennbar wie im Leben eines einzelnen Organismus, und Niemand wird ihre naturgemässe Nothwendigkeit in Abrede stellen. Diese Wandelungen sind zwar meist stetig, aber sie erfolgen bald rascher, bald langsamer, nicht immer in gleichem Rhythmus. Zuweilen ringen Decennien nach einem Umschwung, der sich dann in wenigen Jahren vollzieht.

Aus der Vorstellung vom Leben der Wissenschaft ergibt sich die Art der Veränderung als eine keineswegs nur quantitative. Selbst wenn man dieselbe in einem blossen äusseren Zuwachse von Erfahrungen sehen wollte, wird dabei doch eine Einwirkung auf das bereits Erworbene nicht zu verkennen sein, denn die Ausdehnung jedes Umfanges wirkt nothwendig auf die Qualität. Jede neue geistige Strömung führt aber nicht blos neue Probleme herbei, setzt nicht blos neue Erfahrungen an, sie dringt auch ins innerste Gefüge, hier auflösend, dort umgestaltend, aus dem alten Stoffe neue Combinationen hervorbildend. Eine Wissenschaft ändert ihren Weg durch neue Forschungsmethoden zu neuen, oft plötzlich sich zeigenden Zielen, gesellt sich andern Disciplinen zu, und gewinnt mit ihnen neue Gebiete, dabei frische Impulse empfangend, und mit alledem allmälig Umgestaltungen eingehend.

Aus solchen Vorgängen entstand auch die organische Formenlehre oder Morphologie, die Wissenschaft vom Zusammenhang der organischen Formen. Aus anfänglich von einander getrennten Wissensgebieten, die in ihrer Entwicklung sich einander näherten, und sich endlich gegenseitig durchdrangen, ergänzten.

Je jünger eine Wissenschaft ist, desto mannigfaltiger pflegt die Art zu sein, in der sie beurtheilt wird. Für Manche bleiben die früheren Standpuncte massgebend; Andere überblicken nur einen Theil der Peripherie des neuen Gebildes, das wieder von Anderen in verschiedener Ausdehnung angenommen wird. So gilt Vielen nur die Prüfung des Aeusseren eines Organismus als Morphologie. Anderen ist sie Beschreibung jeglichen Formbefundes, und wieder Anderen tritt sie sogar zur Anatomie im Gegensatze auf. Von der inneren Bedeutung des Wortes kommt bei all diesen Anwendungen so gut wie gar nichts in Betracht. Es mag sich also wohl ziemen, sowohl den Aufbau der Morphologie und ihre Zusammenhänge zu prüfen, als auch damit ihre wissenschaftliche Bedeutung darzuthun.

Betrachten wir die in der Morphologie vereinigten einzelnen Disciplinen, so tritt uns vor Allem als Ausgangspunct und älteste Grundlage des Ganzen die Anatomie entgegen. Als Structurlehre des Organismus behandelt sie dessen Zusammensetzung aus einzelnen Theilen, die für den letzteren Werkzeuge, Organe, sind. Die Zusammensetzung eines Organismus reflectirt sich aber in dessen äusserer Erscheinung, welche wiederum nur durch die Kenntniss der inneren Theile verständlich wird. Daher wird auch die Prüfung des äusseren Verhaltens bis zu einem gewissen Maasse noch im Bereiche jener Structurlehre liegen, ja einen nicht unwesentlichen Bestandtheil derselben ausmachen. Wirkt doch das Einzelne ebenso auf das Verständniss des Ganzen, wie das Ganze auf's Einzelne. Die Einsicht der Richtigkeit dieser Auffassung mag sich Dem verschliessen, der den Begriff der Anatomie exclusiv in der Vorstellung der „Zergliederung" sucht und nur das durch diese Technik zur Anschauung Gebrachte als anatomisches Object gelten lassen will. Sicher jedoch kommt jene Einsicht da zur Geltung, wo der Organismus wie in so vielen niederen Lebensformen sich vorwiegend nach aussen entfaltet hat, und seine Organe in zahllosen Formverschiedenheiten an seiner Oberfläche tragend, jene Unterscheidung hinfällig macht. Wird hier die Erkenntniss eines grossen Theiles der Organisation aus der Erforschung des äusseren Verhaltens gewonnen, so ist damit zugleich erwiesen, wie jene andere Auffassung der Anatomie als unhaltbar erscheinen muss. Noch deutlicher tritt dies beim Herabsteigen zu den, zeitweise äussere Theile ins Innere [illegible] Organismen hervor, bei [illegible] treten, oder bei denen, wie bei den Spongien, ursprünglich äussere Oberflächen des Körpers zur Begrenzung von Binnen-

räumen sich umgestalten, so dass ohne die genaue Berücksichtigung dieser Verhältnisse sogar der ganze Organismus unverständlich bleibt. Mag man nun die zur Erkenntniss der Grundformen der Körper leitende Untersuchung des äusseren Verhaltens auch nur als einen besonderen, vielleicht sogar untergeordneten Zweig der Anatomie ansehen, immer wird er zu ihr gehören, und von ihr untrennbar sein. Damit löst sich der Begriff der Zergliederung von dem der Structurlehre ab, oder tritt zu ihm in das Verhältniss der Unterordnung, das ihm schon von vornherein durch seine Begründung auf die technische Seite der Untersuchung zugewiesen ist.

Indem die Anatomie als Structurlehre der Organismen deren Zusammensetzung aus Organen, den Formbestandtheilen des Organismus kennen lehrt, ist ihr Verfahren analytisch. Die Ergebnisse der Untersuchung, das unmittelbare Resultat der Analyse, stellt sie durch Beschreibung dar. Dieses descriptive Stadium schliesst den ersten Zustand jeder Forschung ab. Das Endziel der Forschung kann aber damit nicht als erreicht betrachtet werden. In manchen Fällen ist es zwar anscheinend erreicht: wenn nämlich die Aufgabe nur auf Kenntniss der Organisation zu irgend einem praktischen Zwecke gestellt war. In diesem Falle befindet sich die Anatomie des Menschen, deren Aufgaben vorwiegend auf praktischem Felde liegen, wenn sie den menschlichen Organismus mit Beziehung auf andere Disciplinen zu schildern hat. Klar ist aber, dass ein blosses Beschreiben beobachteter vereinzelter Thatsachen nicht höchstes wissenschaftliches Ziel sein kann. Wie z. B. gäbe es eine Geologie, wenn auch alle einzelnen Straten der Erdrinde genau beschrieben wären? Was wäre das für eine Geschichte, die einzig in dem Auffinden der Quellen ihre Aufgabe fände? Was wäre damit gewonnen, wenn die Anatomie die Organisation jedes Thieres, jedes Organ nach Gestalt, Structur, Volum und Gewicht genau beschrieben hätte? Würde damit auch nur eine Spur von Verständniss für all die mannigfaltigen Formerscheinungen erworben sein? So führt also dieser Weg der Thatsachen-Aufdeckung und das Beschreiben derselben zu keinem anderen Ziele, als zur Häufung eines unendlichen Materiales, das an sich nicht durch das Urtheil, sondern nur durch das Gedächtniss zu bewältigen ist. Die reine Analyse kann daher nur eine Vorstufe abgeben, der durch sie gewonnene Stoff ist nur das Rohmaterial, aus dem der fernere wissenschaftliche Ausbau zugerichtet wird. So wenig die aus den Thatsachen gebildete feste empirische Grundlage unterschätzt werden darf, so wenig darf sie auch überschätzt

werden, indem man in ihr das ausschliessliche Ziel der Wissenschaft sieht. Dieses Ziel wird vielmehr durch logische Verknüpfung der rein empirischen Ergebnisse erreicht, und indem die Anatomie sich dieses zur Aufgabe stellt, wird sie zur Wissenschaft.

Was dem Historiker die Geschichtsquellen sind, dass müssen dem Anatomen die anatomischen Thatsachen sein, eben so sicher festgestellt, ebenso vollständig, aber auch ebenso nur den Ausgangspunct zu weiteren Folgerungen bildend. Und dieser auf die Quellen als Grundlagen sich stützende Weiterbau ist das eigentliche Ziel der Forschung. Deshalb müssen alle jene Grundlage abgebenden Arbeiten auch die Eigenschaften besitzen, durch die sie für jene Zwecke verwerthbar sind. Diese Verwerthbarkeit bietet sich in zahlreichen Abstufungen dar, je nach dem Umfange, in welchem die Thatsachen festgestellt, und in ihren Beziehungen erläutert wurden. Aus letzterem ergibt sich unmittelbar die Nothwendigkeit des Weitergreifens, und wir gelangen dabei, Schritt für Schritt, zu dem wissenschaftlichen Ziele.

Aus der anatomischen Prüfung einer Organisation oder eines Organes erwächst durch die Untersuchung ihrer Beziehungen zu anderen zunächst eine Erweiterung des Gesichtskreises durch Aufnahme neuer Vorstellungskategorien, welche das Object in einem anderen Lichte darstellen, als es für sich betrachtet erschien. Die Anatomie gestaltet sich damit zu dem, was man *vergleichende Anatomie* zu nennen pflegt, weil sie vergleicht, d. h. Gleichartiges aufsucht, und, an anderen Organisationen das Gleichartige nachweisend, dieselben in Beziehungen zu einander bringt.

Bei der Beurtheilung dieser Disciplin walten häufig irrige Vorstellungen ob, durch welche sie bald zu gering, bald zu hoch geschätzt wurde. Ersteres geschieht durch die Scheidung der Anatomie nach dem Objecte. Die anatomische Beschäftigung mit Thieren Zootomie gilt Vielen heute noch als vergleichende Anatomie, die man der Structurlehre des menschlichen Körpers Anthropotomie) gegenüberzustellen pflegt. Und doch ist bereits Cuvier dieser Auffassung entgegengetreten, am praegnantesten damit, dass er die gesammte Anatomie des Menschen in seine unsterblichen Vorlesungen aufnahm. Wodurch unterscheidet sich aber die Anatomie eines Wurmes, oder einer Schnecke, oder eines Vogels in anderer Weise von der Anatomie des Menschen, als durch das Object der Forschung? Ist die Anatomie Structurlehre der thierischen Organismen um von der Pflanzenanatomie abzusehen), so liegt die anatomische Unter-

suchung, eines Reptils z. B., ebenso gut im Gebiete der Anatomie, wie die des menschlichen Körpers; aber die Anatomie der Thiere, und seien es ihrer auch noch so viele, ist damit noch lange nicht vergleichende Anatomie. Dies wird sie erst, indem sie sich von der Beschreibung der Thatsachen zu Schlüssen erhebt, zu welchen letztere die Prämissen bildeten. Da aus dem Objecte keine Grenzmarke gebildet werden kann, so wird jener Standpunct auch innerhalb der menschlichen Anatomie zu gewinnen sein, und nicht wenige Anthropotomen haben jene Postulate erfüllt. Andererseits wird die vergleichende Anatomie wieder zu hoch gestellt, indem man sie als eine ganz besondere Art der Anatomie betrachtet, oder als eine eigenthümliche, mehr durch Intuition sich aufbauende Disciplin, die von anderen Wissenschaften essentiell verschieden sei. Indem sie die Thatsachen nicht einfach für sich darstellt, sondern dieselben vielmehr in ihren Beziehungen zu anderen anatomischen Thatsachen beurtheilt, und alle diese Beziehungen zu erschöpfen sucht, übt sie an ihren Erfahrungen Kritik und ist nichts anderes als kritische Anatomie. Die Kritik darf nicht auf das Object an sich beschränkt sein, sie sucht die ausserhalb des Objectes befindlichen, auf es beziehbaren, neue Verhältnisse an letzterem aufdeckenden Befunde, und indem sie zwischen diesen Verhältnissen einen causalen Zusammenhang nachweist, trägt sie zur Erklärung der Erscheinungen bei. Wenn dieses Moment der kritischen Betrachtung zugleich das Merkmal einer Wissenschaft ist, so erscheint sie damit auch als wissenschaftliche Anatomie, gleichviel auf einem wie weiten Umkreis die empirische Grundlage sich ausdehnt.

Das Vergleichen gründet sich also wesentlich auf kritisches Verfahren, und bildet einen synthetischen Process, indem es die Resultate der kritischen Behandlung zusammenfasst. Es ist ebensowenig der nach ihm benannten Disciplin ausschliesslich eigen, als es bei irgend einem anderen wissenschaftlichen Denkvorgange entbehrt werden kann. Alle unsere Urtheile haben in der Vergleichung eine mehr oder minder breite Basis. Eigenthümlich der vergleichenden Anatomie ist nur die Ausbildung des Vergleichens zur Methode. Diese bietet der Anatomie einen Ersatz für das Experiment. Damit tritt zugleich die Bedeutung der Methode hervor, und die Aufgabe, dieselbe mit grösster Strenge zu handhaben. Dies geschieht durch Inbetrachtnahme aller Instanzen und die logische Verwerthung derselben. Im gegentheiligen Falle wird das Verfahren unkritisch und damit unwissenschaftlich. Ein eclatantes Beispiel solcher unwissen-

schaftlichen Vergleichung ist die bekannte Vergleichung des sogenannten Bauchmarkes wirbelloser Thiere mit dem Rückenmarke der Vertebraten. Sie ignorirt die wichtigsten Instanzen, indem sie nur ganz allgemeine und für den besonderen Fall unwesentliche Dinge als ausschlaggebend betrachtet. So den Verlauf des Bauchmarkes meist durch die Länge des Körpers, und die regelmässige Abgabe von Nerven nach den einzelnen Metameren. Dagegen wird ausser Acht gelassen, dass eben dieses Bauchmark eine ventrale, das Rückenmark stets eine dorsale Lage hat, und dass das Eine deshalb nimmermehr mit dem Andern homolog sein kann, so wenig das Eine aus dem Andern sich hervorbildete. Der versuchte Ausweg, dass eben dann der Bauchtheil der mit einem Bauchmarke versehenen Thiere dem Rückentheile der Rückenmarkthiere entspräche, lässt eine fernere Instanz unbeachtet, dass nämlich ausser jenem Bauchmarke noch ein anderer, sogar noch wichtigerer Theil des centralen Nervensystems besteht: die oberen Schlund- oder Gehirnganglien. Sollen diese in Betracht kommen, so könnten sie, eben jener irrthümlichen Deutung gemäss, nur ventrale Theile sein, aber dann ist das Centralnervensystem vieler Würmer z. B. auch nur ein ventrales, denn bei solchen wird das einzige Nervencentrum nur durch obere Schlundganglien repräsentirt. Diese sind nun bei allen Wirbellosen die Träger der wichtigsten Sinnesorgane, gerade jener, die wir für Wirbellose nicht nur, sondern auch theilweise für die Wirbelthiere als homologe Gebilde erkennen. Ebenso entstehen diese oberen Ganglien, gerade so wie das gesammte Centralnervensystem (Rückenmark und Gehirn) der Wirbelthiere aus einem vom Ectoderm sich sondernden Abschnitte (Medullarplatte). Dies alles wird ignorirt. Aber man könnte sagen, dass mit der Behauptung des Bauchmarkes als Rückenmark, jene oberen Schlundganglien noch nicht als dem Gehirn homolog aufgegeben seien, dass sie vielleicht erst ventralwärts gerückt wären, d. h. ursprünglich mit dem als dorsal angenommenen Bauchmark gleiche Lage gehabt hätten. Das wäre dann freilich zur Kritiklosigkeit noch die gröbste Unkenntniss der Thatsachen gehäuft, denn das ist ja gerade sicher, dass die oberen Schlundganglien auch dorsal entstehen. So wandelt eine solche unwissenschaftliche Vergleichung wie in einem Labyrinthe, in dem an den ersten Irrweg nur neue sich anreihen. Der erste Irrweg in diesem Falle war aber das Ausserachtlassen einer Hauptsache: der gegenseitigen Lagerungs-Beziehung der Organe. Wie der Kritikmangel einerseits wichtige Thatsachen übersieht, so führt er andererseits

wieder für das zu beurtheilende Object gleichgültige Dinge in's Feld. So müssen ein paar abseitsstehende Fische mit ihren Anschwellungen des Rückenmarkes herhalten, um daraus die Uebereinstimmung zwischen Rückenmark und Bauchmark zu begründen! Als ob es auf diese Anschwellungen noch ankäme, wenn schon die Lage des ganzen Organes eine total andere ist! Wenn ein Geologe den Quadersandstein und den Buntsandstein für gleichen Straten angehörige Gebilde erklären wollte, weil ihre Flöze ein ähnliches Gefüge besitzen, und wenn er Alles zwischen beiden Liegende als erst später da hineingedrungen erklären wollte, so würde er keines grösseren Irrthums sich schuldig machen, als der im obigen Beispiele dargelegte ist. Wir sehen an ihm die Abwege, auf welche die Nichtbeachtung der wesentlichsten Verhältnisse führt, und erkennen dadurch die Wichtigkeit des kritischen Verfahrens.

Wie die Ausdehnung der kritischen Behandlung auf alle den Gegenstand der Vergleichung berührenden Verhältnisse die Richtigkeit der Vergleichung sichert, so gibt sie für diese zugleich eine Probe ab, welche durch jede neu herbeigeführte Instanz sich verstärkt. Für viele, vielleicht für die meisten Fälle erweist sich der vorhandene anatomische Erfahrungsschatz als nicht ausreichend, um aus ihm die Grundlagen für Vergleichungen zu gewinnen, so dass die Untersuchung auf die Herstellung des zur kritischen Behandlung eines Gegenstandes nöthigen empirischen Materials angewiesen ist. Daraus ergibt sich ein Minderwerth für die blos für sich dargelegten Thatsachen, und zugleich wird dadurch eine verbreitete Meinung zurückgewiesen, dass nämlich durch jenes Sammeln von Erfahrungsmaterial ein Schatz angehäuft werde, der später (wenn er erst einmal vollständig sei! wissenschaftliche Verwerthung finde. Wo nun gleich von vornherein auf kritische Behandlung verzichtet wird, erweist sich immer die Darstellung selbst einfacher anatomischer Thatsachen so lückenhaft, dass deren Benutzung bei vergleichenden Arbeiten nur in beschränkter Weise möglich wird.

Die Ausdehnung der empirischen Grundlage kann für den Begriff der kritischen oder vergleichenden Anatomie nicht als wesentlich gelten, denn der Grad jener Ausdehnung wird erst durch die Qualität der bezüglichen Probleme bestimmt, die wieder sehr verschieden sich abstufen. So kann es geboten sein, die Untersuchung in dem einen Falle über Repräsentanten aller Abtheilungen des Thierreiches auszudehnen, indess in einem anderen Falle die Frage schon innerhalb engerer Grenzen, ja sogar durch die Untersuchung eines und desselben

Organismus lösbar ist. Immer aber wird die Bedeutung und die Tragweite des bezüglichen Ergebnisses in geradem Verhältnisse zu der an den Thatsachen geübten Kritik stehen, mag die bezügliche Aufgabe von grösserem oder von geringerem Umfange sein. Ein sehr einfaches Beispiel kann sowohl zur Darstellung der Verschiedenheit der sogenannten beschreibenden Anatomie von der vergleichenden oder kritischen, als auch zur Demonstration der Methode der letzteren dienen. Der Mangel beweglicher Rippen in den Halswirbeln der Säugethiere lässt diesen Abschnitt der Wirbelsäule von dem folgenden bedeutend verschieden erscheinen, und eine zweite Eigenthümlichkeit gründet sich bekanntlich auf die Durchbohrung der Querfortsätze, die durch ein sogenanntes Foramen transversarium vor den Querfortsätzen aller übrigen Wirbel ausgezeichnet sind. So lehrt es die beschreibende Anatomie. Wir beachten hier vielleicht kaum, dass im ersten angeführten Satze schon ein allgemein vergleichendes Urtheil ausgedrückt ist, denn das Fehlen der Rippen an der Halswirbelsäule setzt doch nothwendig das Vorkommen solcher Gebilde an einem anderen Abschnitte voraus, und dadurch ist die Halswirbelsäule unbewusst mit der übrigen Wirbelsäule verglichen worden. Aus dieser Art der Vergleichung ist aber nur eine Verschiedenheit erkannt und eine negative Eigenschaft behauptet worden.

Gehen wir in der kritischen Prüfung weiter, so finden wir die Querfortsätze an der Halswirbelsäule, auch abgesehen von jener Durchbrechung, in ganz anderem Verhalten im Vergleiche mit den Querfortsätzen der Brustwirbel. Wir finden, dass eigentlich nur die hintere Spange des Fortsatzes einem Brustwirbel-Querfortsatze entspricht. Ziehen wir eine neue Instanz herbei, indem wir einen Blick auf die Verbindung der Rippen mit den Brustwirbeln werfen, so ergibt sich, dass das vertebrale Ende einer Brust-Rippe fast genau so sich ausnimmt wie die vordere Spange eines Halswirbel-Querfortsatzes, und bei Anfügung an den Wirbel eine Oeffnung von vorn her abschliesst, die sich dem Foramen transversarium eines Halswirbels sehr ähnlich zeigt.

Erinnern wir uns ferner, dass am letzten Halswirbel die vordere Spange des Querfortsatzes zuweilen fehlt und dann meist durch einen beweglichen Knochen, der sich nur durch geringere Länge von einer Brustrippe unterscheidet, vertreten ist, so haben wir auf diesem Wege einer kritischen Behandlung, wenn sie auch noch lange nicht erschöpfend ist, doch eine Reihe von Instanzen für ein neues Urtheil

gewonnen, welches von dem oben aufgestellten sehr wesentlich abweicht. Wir werden dann die Querfortsätze der Halswirbel nicht einfach als durchbohrt beschreiben, sondern wir werden sie nur mit ihrem hinteren Schenkel als Querfortsätze gelten lassen, und den vorderen Schenkel als eine mit Querfortsatz und Körper verschmolzene rudimentäre Rippe ansehen. Diese Auffassung setzt also die Eigenthümlichkeit der Halswirbel in Zusammenhang mit den übrigen Wirbeln, sie deutet das Foramen transversarium, und sie macht das seltene Vorkommen beweglicher Rippen am letzten Halswirbel verständlich: Dinge, die bei der anderen Art der Betrachtung nur als unverstandene, d. h. ausser jedem Zusammenhange stehende Eigenthümlichkeiten erscheinen mussten.

Es mag dieses eine, nicht einmal ganz ausgeführte Beispiel an einem allgemein bekannten Objecte zeigen, wie die kritische Methode selbst an einem und demselben Organismus zu wissenschaftlichen Ergebnissen führt.

Die Möglichkeit, auch bei Beschränkung der empirischen Grundlage zu Ergebnissen zu gelangen, bedingt aber keineswegs auch die Nothwendigkeit dieser Beschränkung und das absolut Zureichende derselben, vielmehr wird mit einer Ausdehnung des Bereiches unserer Erfahrung auch die Erkenntniss wachsen, denn aus jedem neu erworbenen Gebiete fliessen uns neue Vorstellungen zu, welche das vorher Gewonnene theils fester begründen, theils aus- oder umbilden.

Der Cardinalpunct dieser Frage liegt in der Auffassungsweise der Organismenwelt. Sieht man in den einzelnen Lebensformen von einander unabhängige Gebilde, jedes für sich entstanden, mit anderen ohne jeglichen Zusammenhang, so mag es geboten sein, auch jedes für sich zu beurtheilen, und man kann in Abrede stellen, dass die Erkenntniss der Organisation des einen auf die Beurtheilung des anderen Einfluss habe. Ob es gerechtfertigt sei, sich gegen die zahllosen, eine Solidarität der Organismenwelt beurkundenden, fast mit jedem Tage sich mehrenden Thatsachen zu verschliessen, soll hier nicht erörtert werden. Das Maass von Verständniss hierfür hängt nicht blos von der Summe der dem Einzelnen zu Gebote stehenden Erfahrungen auf jenem Gebiete ab, sondern auch von dem Grade kritischen Urtheils, welches jene Erfahrungen wissenschaftlich bewältigt. Das aber ist zu behaupten, dass aus einer Anerkennung jener Thatsachen, wie sie der Descendenzlehre zu Grunde liegen, auch die Nothwendigkeit einer Ausdehnung der anatomischen

Forschung auf grössere Reihen zwingend hervorgeht, sobald die Gewinnung einer tieferen Einsicht in einen Organisationszustand Aufgabe wird. Aus der besonderen Beschaffenheit der Aufgabe ergibt sich das Maass jener Ausdehnung. Für einzelne Fälle reicht die Umschau innerhalb eines engeren Kreises aus, für andere wieder wird das Uebergreifen auf grosse Abtheilungen nöthig. Sicherlich wird aber die Erkenntniss am vollständigsten, sobald das Ganze geistig beherrscht ist. So mag zur ersten Orientirung in einer Gegend das Wandern im Thale genügen, verlangt es uns nach einem Einblicke in die Gliederung benachbarter Höhen, so muss wohl ein Berg bestiegen werden, soll uns aber das Gesammtbild der Landschaft sich erschliessen, so wird der höchste Gipfel zu erklimmen sein. Wie hier jedes Vorwärtsschreiten neue Anblicke eröffnet, und mit der Erweiterung des Gesichtskreises manche von einem tieferen Standpuncte aus gewonnene Vorstellung ändert, oder eine richtigere, genauere an jener Stelle bringt, so führt uns für das Verständniss einer Organisation jede aus neuen Erfahrungen anderer verwandter Organisationen erlangte Kenntniss zu neuen Gesichtspuncten und eröffnet dem Urtheile neue Ideenkreise.

Haben wir an dem oben erwähnten Beispiele von den Halsrippen des Menschen gesehen, wie schon aus der Vergleichung an demselben Organismus für die fraglichen Theile der Querfortsätze eine neue Vorstellung erwuchs, so wird diese Vorstellung in ganz anderer Weise präcisirt durch eine Verknüpfung jener Thatsachen mit anderen von niederen Wirbelthieren. Schon bei den Reptilien sehen wir am Halstheile der Wirbelsäule bewegliche Rippen, von denen bei den Vögeln aber nur eine Anzahl frei bleibt, die hinteren, indess die vorderen, ähnlich wie bei den Säugethieren, mit den Wirbeln verschmelzen. Wir lernen also dadurch Zustände kennen, welche minder verändert sind als beim Menschen und den übrigen Säugethieren, und wenn wir noch tiefer, zu den Fischen herabsteigen, so finden wir den vorderen Abschnitt der Wirbelsäule von der folgenden Strecke kaum verschieden, d. h. den Hals- wie den übrigen Rumpfabschnitt mit gleichmässig ausgebildeten Rippen versehen. Nehmen wir nun an, was uns vielfache Einrichtungen lehren, dass in der Vorfahrenreihe der Säugethiere fischähnlich organisirte Formen existiren mussten, und erwägen wir, wie in der aufwärts gehenden Stufenreihe bei allmäliger Differenzirung des Axenskeletes mit Rückbildung der Rippen des vorderen Abschnittes der Wirbelsäule ein Halstheil der letzteren zu Gunsten freierer Beweglichkeit des

Kopfes sich ausbildete, so werden wir jene Rippenrudimente der Säugethiere von ursprünglich ausgebildeten Rippen ableiten können. Die Auffassung derselben ist somit eine ganz andere als vordem. Hatten wir sie da nur im Zusammenhalte mit den Brustrippen als rückgebildete Theile gedeutet, so war diese Deutung fast mehr eine symbolische zu nennen, denn welche Gründe bestanden, einen ursprünglichen Zustand der Ausbildung jener Theile vorauszusetzen? Es kann aber eine Rückbildung nur an einem einmal ausgebildeten Theile auftreten. Daher gelangt erst jetzt jene Bezeichnung in ihr Recht, erst dann, nachdem wir uns auf einen Zustand der Ausbildung berufen können, ist die Rückbildung begründbar. Fragen wir nach dem causalen Zusammenhange dieser Erscheinung, so gibt auch darauf die kritische Prüfung Antwort, indem sie uns auf Veränderungen der Gesammtorganisation hinweist, von welchen sich die Ausbildung eines Halstheiles der Wirbelsäule ableitet. So liesse sich in unzähligen Beispielen an allen Organen nachweisen, wie ein wahrer Fortschritt in der anatomischen Erkenntniss nur auf dem Boden der Vergleichung zu erzielen ist, indem durch dieselbe die bezügliche Einrichtung in der Beziehung erkannt wird, die ihr unter den übrigen Organisationen zukommt.

Dasselbe kritische Verfahren, welches oben für die wissenschaftliche Behandlung der Anatomie als nothwendig vorausgesetzt ward, lässt die Beurtheilung der Structur eines Organismus nicht bei dem etwa nur durch das blosse Auge Erkennbaren bewenden, sondern sucht vielmehr ebenso in die feinere Zusammensetzung einzudringen.

Zu der Frage nach der Structur der Organe gesellt sich daher jene nach der Textur derselben, die Frage nach dem Aufbau der Organe aus Geweben. Die kleinsten Formbestandtheile des Organismus sind ebenso wichtiges Object der anatomischen Forschung, wie die aus ihnen zusammengesetzten Organe. Diese die feineren, weil kleineren Theile des Organismus prüfende Forschung hat man zuweilen als „höhere Anatomie", in der Regel auch etwas bescheidener als „mikroskopische Anatomie" der sogenannten „groben Anatomie" entgegenzustellen beliebt, als ob hier höhere Potenzen geistiger Thätigkeit in Verwendung kämen, oder als ob das technische Hülfsmittel für das rein empirische Wahrnehmen ein Motiv zu einer Scheidung besonderer „Wissenschaften" abgeben könne.

Wie wenig dieser mikroskopischen Anatomie als selbstständiger Disciplin eine Berechtigung zukommt, lehrt die einfache Thatsache, dass wir dasselbe, was grössere Organismen unserem unbewaffneten

Auge erkennen lassen, an kleineren mit Hülfe des Mikroskops zu bestimmen versuchen. Die anatomische Untersuchung verschieden grosser Species einer und derselben Gattung, ja sogar einer und derselben Species in verschiedenen Entwickelungsstadien müsste so zwei verschiedenen Wissenschaften, oder doch zwei ganz verschiedenen Zweigen einer Wissenschaft zufallen, und es dürfte dann schwer sein, die Grenze zu bestimmen, wenn die Untersuchung weder mit dem unbewaffneten Auge noch mit dem Mikroskope, sondern etwa mit Hülfe der Loupe ausgeführt wird!

Die vielfach mit „mikroskopischer Anatomie" für identisch gehaltene „Gewebelehre" tritt dagegen, insofern sie von Formelementen ihren Ausgang nimmt, als ein selbstständiger ausgebildeter Zweig der Anatomie auf, der durch sein Object eine bestimmtere Abgrenzung, durch seine Aufgaben eine eigenthümliche Richtung empfing. Wie sich dadurch auch die Histologie mit anderen Disciplinen verknüpfen mag, immer bleibt sie auf einer ihrer Seiten der Anatomie unmittelbar zugewandt, und die Textur der Organe, d. h. die Structur ihrer Gewebe, stellt sich für die anatomische Organerforschung als nicht minder wichtige Aufgabe dar. In vielen Fällen, so bei der Untersuchung niederster Organismen, fällt sie mit der Anatomie sogar vollständig zusammen, da nämlich, wo der gesammte Körper nur aus wenigen Formelementen, oder sogar nur aus einer einzigen Zelle besteht.

Die Anatomie hat demgemäss eine Schranke weder im Object noch im technischen Hülfsmittel der Untersuchung zu erkennen. Sie zergliedert mit dem Messer, wo das Volum der Theile es gestattet, bedient sich vergrössernder Apparate unter Anwendung mannigfacher Methoden einer ausgebildeten Technik, wo die Kleinheit des Objectes jenseits der Grenze der Sehkraft des unbewaffneten Auges liegt, und dringt mit jenen Mitteln bis zu den kleinsten Formelementen des thierischen Körpers, den Zellen und ihren Derivaten vor. So schafft sie sich aus methodisch erworbenen Erfahrungen die Grundlagen, auf denen sich ihr wissenschaftlicher Bau erhebt.

Die Anatomie erschöpft nur einen Theil des in den Organisationsverhältnissen liegenden Erfahrungsschatzes. Jener, der durch die vorübergehenden Organisationsbefunde der Organismen während ihrer Entwickelung geboten ist, bleibt für die Morphologie noch zu heben. Dies geschieht durch die Entwickelungsgeschichte. Der innige Connex der Ontogenie mit der Anatomie ist jedem verständlich, der weiss, wie das Gewordene sich aus dem Werdenden

erklären lässt, weil da die einfacheren, auch in ihren causalen Momenten durchsichtigeren Zustände liegen, die durch ihren Zusammenhang mit anderen Organisationen verständlich sind. Mit Recht sucht daher die Anatomie überall die genetischen Beziehungen auf, und bedient sich sowohl bei Forschung wie bei Darstellung vielfach der genetischen Methode. Aber gerade hier wird recht ersichtlich, wie die Anatomie in der oben gegebenen Auffassung der engeren gegenüber einen bedeutenden Vorsprung abgewinnt. Was vermag man z. B. bei blosser Kenntniss der Organisation des Menschen mit jenen Befunden zu beginnen, welche in den einzelnen Stadien der Ontogenie des Menschen durchlaufen werden? Ist auch der ausgebildete Organismus aus seinen mannigfaltigen niederen Stadien anatomisch leichter fassbar, etwa wie durch eine schematische Zeichnung ein complicirtes Verhalten vereinfacht dargestellt wird, so ist das Problematische nur auf jene vorausgehenden Zustände verlegt, und es erhebt sich dabei zugleich die neue Frage, weshalb den ausgebildeten Einrichtungen solche Stadien vorausgehen, die ganz andere Endziele erkennen lassen. Man kann sich nicht klar genug machen, dass bei aller leichteren Fassbarkeit der realen Befunde eines Organismus aus dessen niederen Entwickelungsstadien, aus den letzteren selbst wieder neue auf dem Wege der ontogenetischen Forschung nicht zu lösende Fragen entstehen. Wie kommt es, fragen wir, dass im Allgemeinen eine Entwickelung besteht, und dass nicht etwa nach Art der von den alten Evolutionisten ausgebildeten Anschauungen, alle Veränderungen nur Entfaltungen präexistirender Keime sind. Wie kommt es ferner, dass je ein ganz bestimmter Zustand in den einzelnen Stadien durchlaufen wird, dass auf den einen immer der andere mit der grössten Sicherheit folgt. Nichts ist wunderbarer weil an sich unverständlicher, als die Betrachtung der einzelnen von einem höheren Organismus ontogenetisch durchlaufenen Stadien Man denke an die Kiemenbogen, an die ersten Kreislaufsorgane, an die Urnieren der höheren Vertebraten.

Hat man sich nun mit jenen Erscheinungen vertraut gemacht, so dass man sie wie nothwendig betrachten möchte, so ist es doch eigentlich nichts anderes als die Gewohnheit der Beschäftigung mit jenen Objecten, welche allmälig den Nimbus des Wunderbaren davon abstreift, ohne dass durch die blosse Untersuchung der Thatsachen eine wissenschaftliche Erklärung an die Stelle träte. So sieht der Ungebildete den Tag auf die Nacht folgen, ohne dabei etwas auffallend zu finden, und doch ist er fern von jedem auf Er-

klärung beruhenden, eigentlichen Verständniss dieses Phaenomens. Alles Lobpreisen der Entwickelungsgeschichte als einer Leuchte für die Anatomie ist daher nur in sehr bedingter Form aufzunehmen. Ein Organismus in seine niederen ontogenetischen Zustände zurückverfolgt bietet ebensoviele Probleme, als einzelne Stadien auf jenem Wege sich darstellen. Zu dem einen Probleme des ausgebildeten Organismus bringt die Ontogenie nur noch zahlreiche neue hinzu. Das Unzulängliche liegt in der Beschränkung der empirischen Grundlagen. Wendet man den Blick von der Ontogenie eines Säugethieres auf die Organisation niederer Wirbelthiere, so tritt bei letzteren eine auffallende Uebereinstimmung mit einzelnen bei den Säugethieren nur vorübergehenden Stadien hervor. Wir gewinnen dadurch Anhaltspuncte zu neuen Vergleichungen. Wie ganz anders erscheint uns die sogenannte provisorische Einrichtung der Kiemenbogen der Säugethiere, sobald wir sie mit den bei Amphibien oder Fischen bleibenden Gebilden vergleichen können. In wie ganz anderem Lichte erkennen wir die Anlage des Blutgefässsystems der Säugethiere, wenn wir denselben, hier vergänglichen Zustand bei Fischen dauernd antreffen! Und so Organ für Organ! Auf niederen Stufen Dauerndes wird auf höheren vergänglich, indem es anderen daran anknüpfenden Modificationen Platz macht. Diese setzen somit jene voraus.

Dieser innerhalb der Organisationen erkennbare Zusammenhang ist zwar an sich gleichfalls unbegreifbar, er wird begreiflicher, wenn wir in ihm das Resultat gemeinsamer Vererbung sehen. Unzählige Erscheinungen lassen sich damit wie in einem gemeinsamen Focus sammeln und finden ihre Erklärung in jener gesetzmässigen Grunderscheinung.

Von manchen Seiten her pflegt gegen diese Auffassung der Einwand erhoben zu werden, dass durch die Annahme einer Vererbung eigentlich nichts erklärt werde, da eben die Vererbung selbst noch nicht erklärt sei. Es werde damit im besten Falle die Frage nur weiter hinausgeschoben. Bei der Wichtigkeit der Vererbungslehre nicht blos für die Ontogenie, sondern ebenso für die Anatomie, ist es nicht überflüssig, auch hier in der Kürze auf jenen Einwand einzugehen. Da muss vor Allem daran erinnert werden, wie das Maass der Erklärung zwar ein sehr mannigfaltiges ist, wie uns aber jeder Fortschritt auf der Bahn der Erklärungsversuche der Dinge doch immer schliesslich zu einem unaufhellbaren Dunkel leitet. Im Unterbaue auch der bestbegründeten Theorien schlummern

die Hypothesen, und es gäbe keine Naturwissenschaft, wenn ihre Existenzbedingung an den Ausschluss der Hypothese geknüpft wäre. Nehmen wir die Vererbung als eine solche Hypothese, so ist der ungeheure Vortheil gewonnen, dass durch sie eine unabsehbare Reihe von Erscheinungen zusammengefasst und verständlich wird, wie denn keine einzige bekannte Thatsache den Werth jener Voraussetzung abschwächt. So sollte man also jenes Mittel, zu einer Erklärung zu gelangen, verschmähen, weil es an sich noch nicht erklärt sei? Das hiesse gar nichts erstreben wollen, weil nicht Alles zu erreichen sei.

Es steht aber nicht einmal so schlimm mit dem Erklärungswerthe der Vererbung. So lange wir den Vererbungsbegriff abstract für sich behandeln, repräsentirt er, wie wir ihn auch drehen und wenden, allerdings nur eine Hypothese. Anders gestaltet er sich bei seiner Zergliederung, und bei einem Eingehen auf seine empirische Unterlage. Die Uebertragung der Eigenschaften des älterlichen Organismus auf den Keim ist nichts Wunderbares, wenn der letztere eben nur als ein Theil des älterlichen Organismus aufgefasst wird. Zweifellos viel wunderbarer müsste es erscheinen, wenn durch den Keim etwas neues, vom älterlichen Organismus wesentlich differentes, hervorgebracht würde. Bei den höheren Organismen sind diese Verhältnisse durch die Verschiedenheit des Keimes vom ausgebildeten Organismus complicirter, und können bei der ersten oberflächlichen Betrachtung sogar schwer verständlich erscheinen. Ueberaus klar liegen sie bei niedersten Organismen, bei denen wenig „Ererbtes" in den ontogenetischen Erscheinungsreihen auftritt, und die Fortsetzung der Individuen in der Art in mehr unmittelbarer Weise erscheint. Nehmen wir eine jener zahlreichen niedersten Lebensformen unter den Protisten, welche ausschliesslich durch Theilung sich vermehren, wo dann die Theilungsproducte neue Individuen vorstellen, allmälig wachsen, sich wieder auf dieselbe Weise vermehren und so fort. Ist hier nicht nothwendig, dass die in den Theilungsproducten gegebene Fortsetzung der Existenz der Materie des mütterlichen Körpers auch ein gleiches Verhalten mit diesem bringe? Wenn hier wie dort das gleiche materielle Substrat ist, warum sollten nicht die gleichen Erscheinungen an ihm zum Vorschein kommen?

Von da aus führen kaum merklich verschiedene Zustände allmälig zu den complicirteren Verhältnissen hin, bis zu der, gleichfalls schon bei den Protisten bestehenden geschlechtlichen Differen-

zirung. Mit der Complication des Organismus tritt der zur Fortpflanzung bestimmte Theil desselben an relativem Umfang immer bedeutender zurück, ohne seine primitiven Beziehungen aufzugeben. Sich ontogenetisch differenzirend beurkundet er eine höhere Potenzirung durch die Stadien, die er durchläuft, die ebenso wie der schliessliche Ausbildungszustand das ihnen Anererbte vorstellen. Indem wir die Vererbung von einer Eigenschaft der Materie des Keimes ableiten, ist es für jetzt gewiss nicht möglich, diese Eigenschaft näher zu bestimmen oder jene Erscheinung in einzelne Factoren zu zerlegen. Wir befinden uns hier in demselben Falle wie vielen anderen Erscheinungen gegenüber, für welche uns der physikalische Begriff abgeht. Sollen wir etwa deshalb nicht von Zeugung oder Fortpflanzung sprechen, weil uns auch hierfür die letzten Ursachen dunkel sind? Oder von noch viel einfacheren Vorgängen, den Bewegungserscheinungen des Protoplasma zum Beispiel, die uns noch weniger als die Vererbung erklärbar sind?

Bis zur Lieferung des Nachweises einer Zusammensetzung der Vererbung aus einzelnen physikalischen Vorgängen wird eine Verwendung jenes Begriffes jedenfalls gestattet sein, um damit eine höchst wichtige Erscheinung zu bezeichnen, durch welche die ontogenetischen Vorgänge uns verständlicher werden. Dieses werden sie in der That, sobald wir die einzelnen ontogenetischen Stadien auf definitive Zustände zu beziehen, sie von diesen ähnlichen Zuständen durch Vererbung abzuleiten vermögen. Nachdem die Vererbung selbst doch nicht einfach abzuläugnen, ist es sicherlich logischer, die mannigfachen zum ausgebildeten Organismus nur ganz entfernte Beziehungen besitzenden Einrichtungen der Embryonen höherer Thierformen als aus niederen Zuständen ererbt anzusehen, als sie in ausschliesslichem Zusammenhange mit dem, was aus ihnen wird, zu betrachten. Durch letzteres wird gar nichts erklärt. Nehmen wir den Apparat von Arterienbogen, welcher den Kiemenbogen entlang bei Embryonen von Säugethieren sich ausdehnt, so sehen wir sehr wenig davon in den ausgebildeten Zustand sich fortsetzen. Der grösste Theil ist dem Untergange bestimmt. Aehnlich verhält es sich mit der Chorda dorsalis und vielen anderen Embryonal-Organen. Alle diese Einrichtungen, die auftreten, um wieder zerstört zu werden, erscheinen ausserordentlich zwecklos — wenn man dieselben nur auf das Endresultat bezieht, wird man sie auch teleologisch auffassen müssen — und bezeichnen nur weitabführende Umwege. So wird es nothwendig, zur Aufdeckung jener anderen

Beziehungen sich zu wenden, nach den niederen Zuständen zu suchen, in denen jene bei höheren vorübergehenden Stadien definitiv ausgebildet sich vorfinden. Damit würde die Ontogenie zunächst auf die Palaeontologie verwiesen. Die Dürftigkeit der palaeontologischen Zeugnisse, die fast nur auf ein Organsystem, und auch auf dieses nur in einem einzelnen Zustande einiges Licht fallen lassen, gibt Anlass, aus der Organisation noch lebender Formen Ersatz für jene Lücken zu suchen. So werden dann die durch ihre Organisation an niedere ontogenetische Entwickelungsstadien anreihbaren lebenden Organismen zu einem wichtigen Objecte für die allmälig zur Phylogenie sich erhebenden Ontogenie, und die vergleichende Anatomie wird aufgeboten, um die Erscheinungen der Ontogenie in Zusammenhang zu setzen. In diesem Zusammenhang gelangen die Probleme der Ontogenie zur Lösung. Das im Einzelnen Räthselhafte reiht sich an Bekanntes an und wird als durch Vererbung entstanden verständlich. Es ist also sicher ein grosser Irrthum, ohne die vergleichende Anatomie als Führerin den Pfad der Ontogenie zu betreten, und wer da nicht blos nach neuen Thatsachen sucht, sondern das Gefundene auch zu verstehen strebt, dem kann der hohe Werth jener Führung nicht entgehen.

Wie für die Anatomie, so wird auch für die Entwickelungsgeschichte das Eingehen in die feinere Zusammensetzung nöthig, und die Analyse der ersten Sonderungsvorgänge des sich entwickelnden Organismus führt unmittelbar auf das fruchtbare Feld der Histogenese. Nicht nur das, was man mikroskopische Anatomie zu nennen pflegt, ist schon durch die gleiche Technik der Untersuchung eng mit der Ontogenie in Verbindung, sondern es wird auch gerade die Histologie durch alle Fragen nach der Entstehung der Gewebe, der ontogenetischen wie der phylogenetischen, aufs nächste mit der Entwickelungsgeschichte in Zusammenhang gebracht.

So schliesst sich die Anatomie in ihrem weitesten Umfange mit der Entwickelungsgeschichte zu einem einheitlichen Ganzen ab, eben der Morphologie, welche die Organisation in ihrem allmäligen Werden wie in ihrem vollendeten Zustande nach ihren formalen Beziehungen kennen lehrt, und in den Erscheinungsreihen das Walten gesetzmässiger Vorgänge aufdeckt. Sie steht damit der Physiologie gegenüber, aber nicht entgegen, die mit anderen Methoden andere Aufgaben löst.

Mag man auch die Morphologie, anstatt sie mit der Physiologie einer aus beiden sich aufbauenden Biologie unterzuordnen, als ein

Stück der Physiologie betrachten, da ja auch die Form eine Function der Materie ist, so wird sie doch nicht den Zusammenhang ihrer Glieder verlieren können. Nur in diesem Zusammenhange ist sie fruchtbar. Wohl wird die Zeit kommen, da auch für die Morphologie das Wandelbare der Ziele und damit auch des Strebens sich erweist, und da andere Probleme und andere Methoden an die Stelle der gegenwärtigen treten werden. Noch bleibt viel, unabsehbar viel, mit letzteren zu lösen, und jede Untersuchung stellt neue Aufgaben. Dem gegenüber könnte es merkwürdig scheinen, wie so oft noch das Ignoriren jener Aufgaben versucht, und in dem Streben nach einem kaum schon sichtbaren, jedenfalls weit entfernten Ziele das Nächstliegende übersehen wird. Wir wollen nicht nach den Resultaten jener Versuche fragen, nicht nach dem, was sie bis jetzt gefördert, und lassen damit auch den Werth derselben dahingestellt sein. Aber wenn von daher der morphologische Standpunct in seiner Berechtigung Angriffe erfährt, so kann das hier nicht ganz unberührt bleiben. Da muss erklärt werden, dass die Verlegung der Aufgaben der Morphologie auf ein ihr fremdes Gebiet, mehr von einem Verkennen dieser Aufgaben als vom Sichbewusstsein derselben Zeugniss gibt. Der Maassstab für die Beurtheilung der Bedeutung einer Wissenschaft kann sicher nicht einzig daraus genommen werden, was sie für irgend eine andere Wissenschaft leistet, und die Disciplin hätte wohl den geringsten Anspruch auf den Namen einer Wissenschaft, welche nur die Dienerin für eine andere abgibt. Vielmehr wird das, was sie für sich und an sich ist, als oberstes Kriterium für ihre Werthschätzung gelten. Was aber die Morphologie geworden, das lehrt der umfänglich begonnene Ausbau aller ihrer Gebiete, das zeigt der Fortschritt, der sich in der Erkenntniss ihrer Forschungsobjecte, in dem Verständnisse der Erscheinungen derselben angebahnt hat. Hat sie diese ihre Gestaltung auch aus sich gewonnen, so ist ihre Wirksamkeit doch schon längst über das eigene Gebiet hinaus gewachsen, zwar nicht unmittelbar, aber mittelbar, durch die Entwickelungslehre. Die Ergebnisse mannigfaltiger Forschungen auf anderen Wissensgebieten, vor Allem der Geologie, haben zahlreichere Bausteine zum Fundamente jener fruchtbaren Lehre gelegt, aber den Boden dazu nebst den bedeutsamsten Grundpfeilern bot ihr die Morphologie.

Es ist noch viel zu wenig beachtet, und bedarf deshalb besonderer Betonung, wie ausser den durch die Geologie geförderten Thatsachen, vorwiegend die durch die Anatomie und Entwickelungs-

geschichte errungenen Erfahrungen es sind, welche die festesten Stützen jener Entwickelungslehre abgeben. Daran wird dadurch nichts geändert, dass gerade auf jenen Gebietstheilen der Morphologie die zahlreichsten Gegner jener Lehre auftauchten. Denn das eben ist das legitime Zeichen einer mächtigen Idee, dass ihr Eintritt in die Welt nicht allseitiger Zustimmung begegnet, nicht mit lautem Beifall begrüsst wird. Zum Kampfe gerüstet tritt sie auf die Bahn, und am Widerstande ihre Kraft erprobend, ebnet sie sich langsam zwar, aber sicher siegend ihre Wege. Diese Bedeutung der Morphologie kann als eine unverkennbare Marke ihres Werthes gelten. Um so wichtiger ist es, zum Ausbau des Begonnenen rüstig Hand anzulegen, das Angefangene zu fördern, und der Vollendung entgegenzuführen. Wohl sind wir auf allen Gebietstheilen der Morphologie noch weit von diesem Ziele entfernt. Für Vieles ist kaum der erste Grundstein gelegt, Anderes bietet nur ein provisorisches Gerüstwerk, und nur Weniges erscheint bereits unter Dach und Fach, so dass wir daraus das Ganze in seinem Umriss zu erkennen vermögen. Selbst dieser noch vielfach unvollkommene Zustand lässt den glücklichen Fortbau in günstiger Aussicht erscheinen, denn er erinnert nur an die relativ kurze, seit dem Beginn verstrichene Zeit.

Es mag bequemer sein, den altgewohnten Weg weiter zu wandeln und in der zusammenhangslosen Einzelforschung die einzige wissenschaftliche Aufgabe zu sehen, in jener Häufung des thatsächlichen Materiales, welches die Empirie seit langer Zeit anzusammeln begonnen hat. Diese Thatsachen bleiben aber unverwerthet, wenn sie nicht synthetisch erfasst und unter einander in logische Verbindung gebracht werden. Dies geschieht durch die Morphologie. Sie zeigt der Anatomie die wechselseitigen Beziehungen der Organisationen, und lehrt sie in der Entwickelungsgeschichte die niederen Zustände erkennen, aus denen die höheren phylogenetisch hervorgingen, und der Entwickelungsgeschichte wiederum verleiht sie Verständniss für die mannigfachen, auf der Bahn der Ontogenie sich folgenden Stadien, indem sie jedes einzelne derselben als Vererbung aus einem niederen Zustande nachweist. Wie immer auch die Sonderforschung im Gebiete der Anatomie oder der Entwickelungsgeschichte specielle Ziele im Auge haben mag, sie wird dabei jenes morphologischen Standpunctes sich nicht entäussern dürfen, und je vollständiger sie von da aus ihren Gegenstand zu beherrschen bestrebt ist, eine desto höhere Stufe wird ihre wissenschaftliche Leistung einzunehmen vermögen.

Ueber Podophrya gemmipara nebst Bemerkungen zum Bau und zur systematischen Stellung der Acineten.

Von

Dr. Richard Hertwig.

Hierzu Taf. I u. II.

Während auf dem Gebiete der Protisten- und Protozoenkunde lange Zeit hindurch das Augenmerk der Forscher vorwiegend auf eine Erkenntniss der Formenmannigfaltigkeit gerichtet war, und durch zahlreiche mehr oder minder umfangreiche Untersuchungen die Wissenschaft mit neuen Arten, neuen Organisationsverhältnissen und neuen Erscheinungen im Entwicklungsleben bekannt gemacht wurde, beginnt in der Neuzeit sich ein Umschwung zu vollziehen und immer mehr wendet sich das Interesse den Fragen zu, durch deren Beantwortung eine einheitliche Auffassung des Baues der niederen Organismen ermöglicht wird. Mehr denn früher betont die Forschung den morphologischen Werth der Organismen und ihrer Körpertheile und strebt dem entsprechend weniger nach einem ausgebreiteten Ueberblick zahlreicher neuer Arten und Genera als vielmehr nach einer intensiven, genauen und allseitigen Durchforschung der einzelnen Art als Repräsentanten des Genus und der Classe. Ganz besonders tritt die Frage nach dem Zellwerth der Protisten und Protozoen, die alte von v. Siebold und Kölliker aufgestellte, vielfach angefeindete Einzelligkeitslehre wiederum in den Vordergrund und ist letztere durch die schönen, die verschiedensten Classen behandelnden Untersuchungen von v. Beneden, Everts, Haeckel, F. E. Schulze u. A. auf's Neue gestützt und befestigt worden.

Gerade diese letztberührte Seite der Protistenforschung scheint mir nun auch in der That der Untersuchung für die nächste Zeit ein reiches und lohnendes Arbeitsfeld zu eröffnen. In demselben Maasse als sich die Auffassung Bahn bricht, dass die meisten Protisten einzellige Organismen sind, d. h. Zellen, welche als selbstständige physiologische Individuen ihr Dasein verbringen und in sich mannigfache bei höheren Organismen auf zahlreiche Zellen

vertheilte Functionen und Differenzirungen vereinen, in demselben Maasse erhält die Untersuchung Bedeutung für die Lehre von der Zelle und ihrer Umbildungsfähigkeit. Wir lernen kennen, wie schon die einzelne Zelle aus sich heraus einen hohen Grad von Mannigfaltigkeit der Organisation entwickeln kann, und gewinnen für die Klärung der Frage nach der Bedeutung der einzelnen Zelltheile Objecte, welche durch ihr selbstständiges Dasein in vielfacher Beziehung günstigere und zum Theil wohl auch ursprünglichere Verhältnisse bieten als die den Zwecken einer höheren Einheit untergeordneten Zellen der thierischen und pflanzlichen Gewebe. Was den letztgenannten Punct anbetrifft, so nimmt namentlich die Bedeutung des Nucleus im Zellenleben in neuester Zeit in Folge der Arbeiten Auerbach's ein erhöhtes Interesse für sich in Anspruch. Gerade dieser Gegenstand ist aber, wie auch Auerbach am Schlusse seiner ersten Publication hervorhebt, nicht allein das Untersuchungsobject der thierischen und pflanzlichen Histologie, sondern es muss diese Frage in gleicher Weise durch das Studium des Baues und der Fortpflanzung der niederen einzelligen Organismen gelöst werden. So treten denn wiederum die Lehre von der Zelle und die Lehre von den niederen Organismen in Wechselwirkung mit einander, ein Verhältniss, welches für beide Gebiete, wie die Geschichte unserer Anschauungen über die Sarkode und den Zellstoff lehrt, gleich segenbringend gewesen ist.

Die hier in Kürze berührten Zielpuncte der neueren Protistenforschung sind auch für die im Folgenden dargestellten Untersuchungen massgebend gewesen. Durch die genaue Beobachtung einer einzelnen Art habe ich versucht, unsere Kenntnisse vom Bau, der Entwicklung und systematischen Stellung der Acineten zu fördern. Die äussere Veranlassung zur vorliegenden Arbeit wurde mir während eines siebenwöchentlichen Aufenthaltes auf Helgoland geboten. Beschäftigt, meine an den Süsswasserformen begonnenen Untersuchungen auf die Rhizopoden des Meeres auszudehnen, begegnete ich zu wiederholten Malen einer durch ihre Grösse auffallenden Acinetenform. Vielerlei Umstände vereinigten sich, um mir dieselbe als ein günstiges Untersuchungsobject erscheinen zu lassen. Zunächst war es die ausserordentlich weite Verbreitung des Organismus und die grosse Anzahl von Individuen, welche in Fortpflanzung begriffen waren. Ich fand die Acinete an fast allen Hydroidpolypen der Helgoländer Umgebung sowie an den meisten ästige Stöcke bildenden Bryozoen, ebensowohl in beträchtlichen Meerestiefen als auch an seichten zur Ebbezeit über den Wasserspiegel theilweise auftauchen-

den Stellen wie den Seehundsklippen. Eine ganz besonders reiche Ausbeute ergaben mir Tubularien, welche aus der Tiefe von 120 Fuss mit dem Schleppnetz gefischt wurden und meist so dicht mit der Acinete besetzt waren, dass ein einziges Stöckchen mir Arbeitsmaterial für einen ganzen Tag lieferte.

Zur Häufigkeit gesellte sich die beträchtliche Grösse der Individuen, um die Anfertigung mikroskopischer Präparate zu erleichtern. Mit einiger Uebung gelangt man leicht dahin, auch ohne Loupe die rundlichen Körper als kleine Puncte zu erkennen, welche, da sie auf längeren Stielen sitzen, in einiger Entfernung vom Tubularienstämmchen angeordnet sind und auf weissem Grunde bräunlich, auf dunklem dagegen weisslich erscheinen. So wird man des lästigen Suchens mit schwachen Vergrösserungen überhoben, welches die Beobachtung der meisten Protisten erschwert.

Endlich bietet die Befestigung der Acinete an einem grösseren Körper, wie es der Stiel der Tubularien ist, ihre nicht zu unterschätzenden Vortheile. Die Untersuchungsobjecte werden beim Zusatz von Reagentien nicht hinweggeschwemmt. Um dasselbe Individuum längere Zeit zu beobachten, kann man behufs Gaserneuerung beständig einen Strom Wassers durch das Präparat leiten, ohne Gefahr zu laufen, den Gegenstand der Beobachtung aus dem Gesichtsfeld zu verlieren. Ausserdem wird eine Conservirung in Reagentien ermöglicht, welche bei den meisten kleinen Organismen aus leicht verständlichen Gründen nicht statthaft ist. So konnte ich die Zeit meines Helgoländer Aufenthaltes vorwiegend der Untersuchung des lebenden Organismus und seiner Entwicklungsgeschichte widmen, und späterhin von Helgoland zurückgekehrt, die Lücken meiner Beobachtung durch Benutzung des reichlichen, in Alkohol und dünnen Chromsäurelösungen vortrefflich conservirten Materiales ausfüllen. — Alle diese günstigen Umstände erleichterten mir vielfach die Arbeit und gestatteten mir eine ausführlichere Kenntniss des Organismus zu gewinnen, als es in den meisten Fällen, in denen der Untersuchende nicht über ein unbeschränktes Material gebietet, ermöglicht ist.

Wegen der ausserordentlichen Häufigkeit und Verbreitung ist die im Folgenden näher zu beschreibende Acinete wohl schon manchem Helgoland besuchenden Zoologen aufgefallen; nichts desto weniger finde ich sie nur ein einziges Mal in der Literatur erwähnt. In einem kurzen Aufsatz: *On three new animalcules* beschreibt ALDER [1])

[1]) Annals and Magazine of nat. hist. II Vol. 7. 1851. pag. 426.

unsere Acinete und bildet sie in einem ziemlich unvollkommenen und rohen Holzstiche ab. Er fand dieselbe auf Sertularien und erkannte richtig ihre Zugehörigkeit zu der von Ehrenberg aufgestellten Familie der Acinetinen. In seiner Schilderung gedenkt er der spitzen Tentakel, der becherförmigen Körperform, des dicken, den Körper tragenden Stieles, ohne jedoch über diese einfachsten, auf den ersten Blick erkennbaren Structurverhältnisse hinaus zu kommen.

Bei der Benennung und der systematischen Einordnung unserer Acinete unter die übrigen Formen schliesse ich mich dem System Claparède und Lachmann's an, nicht weil dasselbe den Anforderungen der Neuzeit entspräche als vielmehr weil es zur Zeit das einzige ist, welches eine grössere Zahl gut beobachteter Arten und Genera in übersichtlicher Weise zusammengestellt hat. Wegen ihrer Aehnlichkeit mit der Podophrya Lyngbyi Clap. et Lach. Acineta Lyngbyi Ehr.) rechne ich unsere Form dem Genus Podophrya zu und bezeichne sie ihrer characteristischen Fortpflanzungsweise halber als P. gemmipara. Ich betrachte diese Benennung als eine provisorische, da in der nächsten Zeit eine gründliche Revision der Acinetinengenera unbedingt nöthig werden wird.

Bei der im Folgenden gegebenen Darstellung der gewonnenen Resultate hielt ich es für geboten, scharf zwischen den objectiven Beobachtungen und den an die Beobachtungen sich anknüpfenden Schlussfolgerungen zu trennen und habe daher die Ergebnisse meiner Untersuchung in einem speziellen und einem allgemeinen Theil abgehandelt.

I. Specieller Theil.

Ueber den Bau und die Entwicklung der Podophrya gemmipara.

1. Bau der Podophrya gemmipara.

Die Gestalt des Körpers unserer Podophrya gemmipara ist bei den einzelnen Individuen sehr verschiedenartig. Junge Exemplare besitzen meist eine elegante Becherform, indem die leicht geschwungenen Seitenwände von der aboralen oder basalen, dem Stiel zur Insertion dienenden Fläche aus nach dem oralen oder freien Ende zu divergiren (Taf. I Fig. 1). Das orale, der Bechermündung entsprechende Körperende ist stark gewulstet, mit Höckern bedeckt und dadurch characterisirt, dass die Ursprünge der stets zahlreichen Tentakeln auf dasselbe beschränkt sind. Beim Wachsthum verbreitert sich der Körper entweder napfförmig (Taf. I Fig. 2) oder geht mehr und mehr in die Kugelgestalt über. Aber auch dann finden sich die Tentakeln nur auf dem oralen Ende und nicht an den seitlichen Theilen des Körpers. — Gestaltveränderungen durch active Contractionen des Körperinhalts habe ich nicht beobachtet.

Mit Hülfe stärkerer Systeme kann man an dem Körper der Podophrya gemmipara zweierlei Bestandtheile unterscheiden: 1) ein festes den Körper stützendes und umhüllendes Skelet; 2) den Weichkörper mit seinen Anhangsgebilden.

a) Skelet.

Das Skelet besteht aus einem starren 0,5—0,8^{mm} langen Stiel, welcher den Körper trägt, und einer denselben allseitig umgebenden membranösen Hülle. Der Stiel zeichnet sich vor den Stielen der meisten Acinetinen durch seine beträchtliche Dicke aus; er bildet eine Röhre, welche an der festsitzenden Basis schmäler ist als an dem peripheren den Weichkörper tragenden Ende, sich somit in entgegengesetzter Weise wie der Schaft einer Säule verjüngt. Am meisten fällt diese Ungleichmässigkeit des Calibers bei alten Individuen auf, während sie

bei jugendlichen kurzgestielten Formen kaum bemerkbar ist. Sie ist eine Folge der Art des Wachsthums, welche wie bei allen durch Secretion festgebildeten und keiner weiteren gewebliehen Veränderung unterliegenden Skelettheilen durch einfache Apposition erfolgt. Indem der Organismus allseitig gleichmässig wächst, vergrössert sich auch die Fläche, welche das Weiterwachsthum des Stiels vermittelt, und so kann es kommen, dass das Ende desselben dem doppelten oder dreifachen Durchmesser der Basis gleichkommt. Es erinnert diese Form des nach oben sich erweiternden Stiels sehr an die Beschreibung und die Abbildung, welche Stein [1]) vom Stiel des sogenannten Acinetenzustands der Opercularia articulata (Podophrya Steinii Clap. et Lachm. [2]) und der Podophrya fixa [3] gibt.

Die Wandung der durch den Stiel gebildeten Röhre besitzt nirgends eine beträchtliche Dicke. Gleichwohl kann man deutlich in ihr eine Zusammensetzung aus zwei das Licht verschieden brechenden Substanzen erkennen (Taf. I Fig. 7). Die äusserste Lage wird von einer beiderseits scharf contourirten dünnen, aber offenbar derberen Cuticula gebildet. Die innere Lage reflectirt das Licht mattbläulich und ist in Folge dessen nicht so scharf gegen das Stielinnere abgesetzt, wie die Cuticula nach aussen. Sie ist der Sitz einer feineren Structur, welche am ganzen Stiel unter dem Bild einer zarten, aber sehr regelmässigen Querstreifung erscheint. Dieselbe rührt daher, dass in bestimmten Entfernungen die Wandung mit ringförmigen Einschnürungen ins Innere einspringt, ähnlich wie der Schraubengang einer Schraubenmutter, wenn wir von der hier spiraligen, dort ringförmigen Anordnung absehen. Die Querstreifung ist am deutlichsten und am engsten an dem untern Theil des Stiels (Taf. I Fig. 7 *B* u. *C*). Nach oben wird sie undeutlicher in demselben Maasse, als mit dem Wachsen des Röhrenlumens die Dicke der Wandung abnimmt. Gleichzeitig rücken die Querstreifen weiter aus einander (Taf. I Fig. 7 *A*).

Ausser dieser Querstreifung erkennt man am freien Stielende bei recht breiten Stielen noch eine Längsstreifung, welche noch zarter, feiner und schwieriger erkennbar ist als die Querstreifung, häufig überhaupt nicht vorhanden zu sein scheint. Wo sie auftritt, ver-

---

[1]) Stein: Die Infusionsthiere auf ihre Entwicklungsgeschichte untersucht. Leipzig 1854. pag. 118, Taf. IV Fig. 1.

[2]) Claparède et Lachmann: Études sur les Infusoires et les Rhizopodes Genève 1858. I. pag. 384.

[3]) Stein: l. c. pag. 143 u. 144.

liert sie sich nach dem basalen Ende zu. Ihren Sitz müssen wir in der Cuticula suchen, da sie nur bei einer möglichst oberflächlichen Einstellung erkannt wird (Fig. 7 *A*).

Die beiden die Stielwandung bildenden Substanzen, deren Anordnung und optisches Verhalten ich im Obigen geschildert habe, unterscheiden sich weiterhin in ihrer Widerstandsfähigkeit gegenüber Reagentien. Während Eisessig und Chromsäure nicht die mindeste Einwirkung ausüben, bringt concentrirte Salzsäure den innern Theil der Wandung zum Quellen, während die Cuticula unverändert bleibt. Ebenso wirken kalte concentrirte Schwefelsäure und Natronlauge. Beim langsamen Erwärmen mit letzteren Reagentien löst sich zunächst die innere Substanz, dann erst die Cuticula, so dass schliesslich keine Spur mehr vom Stiel erhalten bleibt. Um dies zu erreichen ist bei Natronlauge Siedehitze nöthig, während bei Schwefelsäure schon eine gelinde Erwärmung eine vollständige Lösung bewirkt. In Carminlösung färbt sich der Stiel hellroth, in Jod strohgelb, bei Anwesenheit von Schwefelsäure braungelb. Den Sitz der Färbung glaube ich in der inneren leichter zerstörbaren und weicheren Substanz suchen zu müssen. — Eine ähnliche Zusammensetzung des Stiels hat Stein bei seiner Acineta Opercula riae [1]) (Podophrya Steinii) und der Opercularia articulata [2]) nachgewiesen. Der Schilderung nach zu urtheilen scheint auch hier eine ähnliche Differenz im Verhalten gegenüber Reagentien bestanden zu haben; doch ist es Stein nicht geglückt, durch Aetzkali und Schwefelsäure die Stiele zu lösen, offenbar weil er die genannten Reagentien nur im kalten Zustand angewandt hatte.

Das Röhrenlumen, welches der Stiel der Podophrya gemmipara mit dem der Podophrya fixa [3]) und der Acinete der Wasserlinsen (Podophrya Cyclopum Clap. et Lachm.) theilt, scheint von einer soliden Masse ausgefüllt zu werden. Wenigstens gelang es mir nicht, trotz mehrfach wiederholter Versuche, unter Anwendung des Haeckelschen Verfahrens zum Nachweis feiner Hohlräume [4]) (Tränkung des Objects mit einer starken Lösung von kohlensaurem Natron und Zusatz von Essigsäure) das Lumen mit Kohlensäure zu injiciren, was doch der Fall sein müsste, wenn dasselbe von einer Flüssigkeit erfüllt wäre.

---

[1]) l. c. pag. 118.
[2]) l. c. pag. 112.
[3]) l. c. pag. 143 u. 144.
[4]) Haeckel: Die Radiolarien, eine Monographie. Berlin 1862. pag. 35.

Die beiden Enden des Stiels verlangen noch eine besondere Berücksichtigung. Der basale Stieltheil ist meist dicht über seiner Anheftungsstelle bulbusartig angeschwollen. Die Anschwellung rührt von einer Verdickung des inneren Theiles der Stielwandung her, während die Cuticula darüber unverändert bleibt. Durch die Verdickung wird das Röhrenlumen eingeengt und kann sogar ganz verschlossen werden (Fig. 7 *C*). Nach der Basis zu zertheilt sich die Innensubstanz, wie ich mich an einem besonders günstig gelegenen Exemplar überzeugen konnte, in zackige Ausläufer, durch deren Vermittlung die Podophrye sich befestigt. Bei Imbibition mit Carminlösung fällt mir stets um die Befestigungsstelle des Stiels eine intensiv roth imbibirte Zone auf, ohne dass ich jedoch für dieselbe ein besonderes Substrat, welches mit dem Stiel im Zusammenhang stände, hätte ausfindig machen können. Wahrscheinlich hat die Färbung ihren Sitz im Periderm des Tubularienstiels, welches in irgend welcher Weise von der sich festsetzenden Podophrye verändert, vielleicht arrodirt worden ist. Für die Annahme, dass die roth imbibirte Zone nicht von einer zum Stiel gehörigen plattenartigen Verbreiterung herrührt, sondern durch eine Veränderung des Periderm's der Tubularie bedingt ist, spricht auch schon der Umstand, dass die rothen Kreise noch nachweisbar sind, wenn der Körper der Podophrye sammt seinem Stiel abgefallen ist.

Das periphere Stielende, welches im Gegensatz zu der soeben geschilderten Basis sich durch seine Breite und durch die Dünnheit seiner Wandung auszeichnet, verbindet sich mit dem Weichkörper, den es trägt, mittels einer schwach convex gekrümmten Fläche. Aehnlich dem Stiel einer heftig contrahirten Vorticelle, inserirt es sich in einer nabelförmigen Vertiefung des Körpers, wodurch leicht der Eindruck hervorgerufen wird, als dränge es eine Strecke weit in's Körperinnere ein. Das Protoplasma des Weichkörpers und der Inhalt der vom Stiel gebildeten Röhre setzen sich scharf gegen einander ab, und schien es mir, als ob sie durch die sogleich näher zu betrachtende Körperhülle von einander getrennt würden. Keinesfalls bewirkt die Stielwandung den Verschluss der Röhre, denn an Stielen, von denen der Körper abgefallen ist, konnte ich niemals eine das Lumen der Röhre nach aussen verschliessende Membran erkennen.

Der zweite Theil des Skelets der P. gemmipara wird durch eine den Weichkörper überziehende Hülle gebildet, welche ich als Skeletmembran bezeichnen werde. Dieselbe lässt sich am lebenden Organismus nur ungenügend erkennen, namentlich gelingt es nicht,

über ihr Verhalten an dem die Tentakeln tragenden mit Einschnürungen und Buckeln versehenen Ende Aufschluss zu bekommen. Ich schildere daher gleich die durch Anwendung dünner (0,1—0, 5%) Chromsäurelösungen erhaltenen Resultate. Dünne Chromsäurelösungen bringen das Protoplasma zum Quellen und gleichen die Buckeln und Falten aus, indem sie die Körpergestalt mehr oder weniger kugelig oder oval abrunden. Ausserdem hat man bei ihrer Anwendung den Vortheil, dass sich die Hülle stellenweise, namentlich an den Ursprungsstellen der Tentakeln blasenartig von der Körperoberfläche abhebt, während sie am lebenden Organismus derselben stets wie eine Cuticula auf's innigste auflagert[1]). In günstigen Fällen kann man so die Körperhülle in grosser Ausdehnung abgehoben und isolirt erhalten.

Die Körperumhüllung der Podophrya gemmipara besteht aus einer Membran von überall gleichmässiger Feinheit. Bis auf die Durchtrittsstellen der Tentakeln, auf welche wir bei der Besprechung dieser Organe noch einmal ausführlicher zurückkommen werden, bildet sie einen allseitig geschlossenen Sack. Auf den optischen Querschnitt macht sie weniger den Eindruck eines selbstständigen Gebildes, als eines cuticularen, kaum als doppelt contourirt erkennbaren Saumes. Mit starken Vergrösserungen betrachtet, sieht dieser Saum aus, als ob er von feinen, dicht zusammengefügten und verkitteten Körnchen gebildet wäre (Taf. II Fig. 11 *B*). Prüft man mit starken Systemen das Flächenbild der Hüllmembran, welches man am schönsten über grossen oberflächlich liegenden Vacuolen oder an durch Chromsäure abgehobenen Blasen erhält, so erkennt man, dass es nicht Körnchen sind, welche zu einer Membran verkittet werden, sondern feine, kurze Stäbchen, welche in den verschiedensten Richtungen neben einander gelagert sind[2]) (Taf. II Fig. 11 *A*). Sie quellen in Natronlauge, wodurch die Structur der Hüllmembran undeutlich wird, und lösen sich beim Kochen mit derselben sowie mit Schwefelsäure auf; offenbar bestehen sie aus derselben Substanz, welche den Stiel der Podophrya gemmipara bildet und an demselben in zwei

---

[1]) Claparède und Lachmann haben denselben Einfluss der dünnen Chromsäurelösungen bei der Cuticula der Infusorien beobachtet (Études I pag. 15). Cohn verwandte zu gleichem Zweck Alkohol (Ueber die Cuticula der Infusorien. Zeitschr. f. wiss. Zool. V pag. 422).

[2]) Möglicherweise wird das Bild von Stäbchen auch nur durch buckelförmige Verdickungen der Membran erzeugt. Bei der Feinheit der Bildung lässt sich dies selbstverständlich nicht entscheiden.

Graden verschiedener Erhärtung als Cuticula und innere Substanz besprochen worden ist.

Die Skeletmembran setzt sich gegen die Wandung des Stiels mit einer scharfen und deutlichen Linie ab, sie bildet somit nicht eine Verlängerung derselben, wie dies STEIN [1]) für seine Acinete der Wasserlinsen und die Podophrya fixa schildert, sondern ist ein vollkommen selbstständiges vom Stiele unabhängiges Gebilde. Diese Selbstständigkeit von Stiel und Hüllmembran äussert sich auch in der Entwicklungsgeschichte, insofern beide Theile, wie wir später sehen werden, unabhängig von einander und zu verschiedenen Zeiten entstehen. Sie ist der Grund, dass der Körper der Podophrya gemmipara sammt seiner Umhüllung so leicht von seinem Stiele abfällt, wenn nicht bei dem Versuche der Conservirung Vorsichtsmassregeln ergriffen werden, welche auch leise Erschütterungen vermeiden [2]).

Sehr häufig finden sich Faltungen in der Hüllmembran. Dieselben erstrecken sich von der Stielinsertion in der Längsaxe des Körpers nach dem Ende, welches die Tentakeln trägt. An der Stelle, wo die durch die Befestigung des Stiels verursachte tellerförmige Vertiefung mit scharfer Knickung sich in die Seitenwandungen fortsetzt, sind diese Faltungen meistentheils am leichtesten zu erkennen. Sie erscheinen hier wie kleine Beutelchen, welche dem Rand der Umbiegung anhängen. Um die Faltungen gut zu sehen, muss man genau auf die Oberfläche einstellen und möglichst durchsichtige Exemplare wählen (Taf. II Fig. 11).

b) Weichkörper.

Der Körper der P. gemmipara besteht aus einem stark körnigen, trüben Protoplasma, welches nur in den äussersten Zonen durchsich-

---

[1]) l. c. pag. 118 u. 144.

[2]) Den Umstand, dass die Körper der Podophrya gemmipara so ausserordentlich leicht vom Stiele sich ablösen, habe ich in unangenehmster Weise selbst erfahren müssen, indem mir hierdurch ein reichliches in Chromsäure conservirtes Material verdarb. Um die zarten Körper vor jeden mechanischen Insulten zu schützen, habe ich deswegen bei erneutem Sammeln überall nur die reichbesetzten Tubularien-Stiele nach Entfernung der dieselben krönenden Köpfchen in kleinen Reagensgläsern conservirt. Um zu verhindern, dass Luft in die Gläser kam, und die auf- und absteigenden Blasen die P. gemmipara abstreiften, schloss ich die Gläser unter der conservirenden Flüssigkeit oder ich schloss zunächst mit einem tüchtigen Wattepfropf und dann erst mit einem Kork. Die zwischen Kork und Watte befindliche Luft wird durch letztere vom Präparat getrennt. Derartig

tiger und homogener wird, ein Verhalten, welches ja beim Protoplasma der meisten einzelligen Organismen nachgewiesen werden kann. Ein gelblich- oder rost-brauner körniger Farbstoff ist meist reichlich, besonders in den centralen Partien abgelagert und verhindert jeglichen Einblick in das Körperinnere. Derselbe fehlt selbst bei jungen Individuen nur selten, wenn auch Exemplare gefunden werden, welche ganz farblos sind. Da bei der Ernährungsweise der Acinetinen, welche die eingefangene Beute nur mit Hülfe ihrer Tentakeln aussaugen und nicht wie die übrigen Infusorien verschlingen, wohl nicht an eine Aufnahme von so beträchtlichen Mengen von Farbstoff gedacht werden kann, müssen wir ihn als im Körper des Organismus selbst entstanden, als ein Product des Assimilationsprocesses ansehen.

Wenn wir von der aus feinsten Stäbchen bestehenden und der Oberfläche dicht auflagernden Membran absehen, welche ich dem Skelet zugerechnet und daselbst schon besprochen habe, ist der Körper hüllenlos. Es fehlt ihm somit die Membran, welche Stein von der Acinete der Wasserlinsen (Podophrya Cyclopum Clap. et Lach.), der diademartigen Acinete [1]) (P. cothurnata Clap. et Lachm.) und dem sogenannten Acinetenzustand der Opercularia articulata [2]) (P. Steinii Clap. et Lachm.) beschreibt und als »eigentliche Körpermembran« von einer oberflächlicheren, unserer Skeletmembran homologen Hülle unterscheidet. Aus Gründen, die ich bei der Besprechung der Tentakeln und ihres Verhältnisses zur Körperoberfläche genauer darlegen werde, ist mir die Existenz dieser »eigentlichen Körpermembran« auch bei den von Stein beobachteten Formen höchst unwahrscheinlich.

Im Körperparenchym verlangen zweierlei Gebilde eine besondere Berücksichtigung: 1. die Vacuolen und 2. der Kern.

Die Vacuolen (Taf. I Fig. 1 u. 2 *v*) nehmen weder eine bestimmte Lagerung im Körper ein, noch treten sie in bestimmter Anzahl auf. Bei den becherförmigen Exemplaren finden sie sich mit Vorliebe in dem Wulste, welcher dem Becherrande entsprechen würde. Ihre Grösse ist ebenfalls eine sehr variable; kleinste leicht zu übersehende Bläschen kommen neben grossen Flüssigkeitsräumen vor, deren Durchmesser bis zu einem Viertel des Körperdurchmessers betragen kann. Ob alle Vacuolen, welche häufig recht zahlreich

conservirtes Material hat das Rütteln der Reise vortrefflich überstanden und ermöglichte mir die Untersuchung, auch nachdem ich Helgoland verlassen hatte.

[1]) l. c. pag. 72.

[2]) l. c. pag. 121.

angetroffen werden, contractil sind, wage ich nicht zu entscheiden. Ich habe überhaupt nur selten Contractionen beobachtet, und zwar einige Male an Vacuolen, die wohl eine Stunde lang von mir beobachtet waren, ohne irgend welche Veränderungen zu zeigen. Es will daher nichts beweisen, wenn die meisten der beobachteten Blasen, namentlich der grösseren, kein Zeichen von Contractilität erkennen liessen, da bei der langen Dauer der Diastole die Beobachtung leicht in diesen Zeitraum gefallen sein kann. — In einem der beobachteten Fälle von Contractionen der Vacuolen bildete sich der am Schluss der Contraction vollkommen verschwundene Flüssigkeitsraum nach Verlauf von etwa einer Stunde an derselben Stelle wieder. In andern Fällen ist mir dieser Nachweis nicht geglückt. — Dieselbe Trägheit und Unregelmässigkeit der Action, wie ich sie hier von der Podophrya gemmipara geschildert habe, habe ich auch bei andern marinen Acineten beobachtet und kann ich somit die Wahrnehmung Stein's [1] bestätigen, »dass bei den im Meere lebenden Infusorien die Systole der contractilen Behälter auffallend langsamer und in längeren Zeitintervallen erfolgt als bei den Süsswasserbewohnern«, ohne mich jedoch hiermit auch mit der Erklärung, welche der genannte Forscher für dies verschiedene Verhalten gibt, einverstanden erklären zu wollen. Uebrigens ist der Verschiedenheit der Contractilität der Flüssigkeitsräume bei den einzelnen Arten keine Bedeutung beizumessen, wie dies eingehender Haeckel [2], Wrzesniowski [3], Schwalbe [4] u. A. durchgeführt haben.

Das zweite im Körper enthaltene Gebilde von morphologischer Bedeutung, der Kern, ist am lebenden und unversehrten Organismus wegen der beträchtlichen Undurchsichtigkeit der Körpersubstanz nicht zu erkennen. Beim Zerquetschen erblickt man unter günstigen Umständen hier und dort im Parenchym mattbläuliche homogene Stellen vom characteristischen Lichtbrechungsvermögen des Infusoriennucleus (Taf. I Fig. 4 u. 11*n*), ohne dass es jedoch gelänge, ein zusammenhängendes Bild von seiner Anordnung zu erhalten. Auch mit den für den Kernnachweis sonst so vortrefflichen Reagentien

---

[1] Stein: Organismus der Infusionsthiere. Leipzig 1859. I. pag. 91.

[2] Haeckel: Studien über Moneren und andere Protisten. pag. 151.

[3] Wrzesniowski: Ein Beitrag zur Anatomie der Infusorien. Archiv f. mikr. Anat. Bd. V. pag. 25.

[4] Schwalbe: Ueber die contractilen Behälter der Infusorien. Arch. f. mikr. Anat. Bd. II. pag. 351. cfr. ferner meinen Aufsatz über Mikrogromia socialis. Arch. f. mikr. Anat. Bd. X. Suppl.-Heft pag. 18.

der Chromsäure und Essigsäure gelangte ich zu keinen Resultaten, da dieselben das Protoplasma nur noch mehr durch Gerinnung verdunkelten. Ich wandte mich daher zur Benutzung von Imbibitionsmethoden, welche gleichzeitig das Körperparenchym aufhellen: der Imbibition mit BEALE'schem Carmin und mit Essigsäure-Carminlösung mit nachfolgender Aufhellung durch Salzsäureglycerin. Das BEALE'sche Carmin liess den Kern zwar erkennen, aber nur in unvollkommener Weise. Dagegen ergab die Essigsäure-Carminfärbung ganz vortreffliche Resultate. Ich verfuhr bei derselben folgendermassen: Nachdem ich die Podophrya gemmipara mit dünner Chromsäurelösung behandelt und tüchtig ausgewaschen hatte, liess ich sie ein bis zwei Tage in einer hellrosenrothen Essigsäure-Carminlösung liegen und wusch sie dann ebenso lang mit einem $^1/_2$ % Salzsäure enthaltenden Glycerin aus. Das Pigment war dann verblichen, die Carminfärbung des Protoplasma ausgezogen und nur der Kern hatte ein intensiv rothes Colorit beibehalten.

Durch Anwendung der geschilderten SCHWEIGGER SEIDEL'schen Methode stellte es sich heraus, dass der Kern — wenigstens bei den grossen, alten Individuen — ein ausserordentlich complicirtes und vielgestaltiges Gebilde ist, welches von den Nucleusformen der meisten Acineten beträchtlich abweicht und nur mit dem Nucleus der Podophrya Steinii [1]) (Acinetenzustand der Opercularia articulata) sich vergleichen lässt. Wie dieser bildet er zahlreiche das Körperinnere nach allen Richtungen hin durchsetzende Verästelungen, nur fehlen ihm die Anastomosen, welche STEIN von der genannten Podophrye schildert und abbildet (Taf. II Fig. 4 u. 6). Anfänglich macht die Anordnung des Nucleus den Eindruck grösster Unregelmässigkeit; indessen gelingt es bei fortgesetzter Beobachtung, wenn man sich an jugendliche Formen hält und von der einfacheren Gestalt des Nucleus bei denselben durch alle Uebergänge hindurch die complicirteren Verhältnisse ableitet, die letzteren auf eine einfache Grundform zu reduciren. Dieselbe bildet ein Hufeisen, dessen beide Enden einander so genähert sind, dass nur wenig an einem vollkommen geschlossenen Kreis fehlt. Die Schenkel des Hufeisens liegen in einer horizontalen Ebene im hinteren Körpertheil in der Art, dass die Längsaxe des Körpers ungefähr die Mitte des von ihnen gebildeten unvollständigen Kreises durchbohren würde. Da die Veränderungen, welche beim Wachsthum des Organismus am Nucleus in Form von

[1]) STEIN: Infusions-Thiere. pag. 119—122.

Verästelungen vor sich gehen, wie wir später sehen werden, in engster Beziehung zur Entwicklungsgeschichte stehen, werde ich sie im Zusammenhang mit den Vorgängen, welche die Schwärmerbildung einleiten, besprechen.

Eine besondere Hüllmembran, wie sie Stein, Claparède, Balbiani u. A. vom Kern der Acineten und der übrigen Infusorien schildern, habe ich nicht erkennen können. Auf das Verhältniss dieser von andern Forschern beobachteten Kernmembran zur Kernmembran des Nucleus der thierischen Zelle und der Rhizopoden werde ich im allgemeinen Theil noch einmal zurückkommen.

Wir beschliessen die Schilderung des Baus der entwickelten P. gemmipara mit der Besprechung der Tentakeln. Dieselben sind, wie früher schon erwähnt, nicht gleichmässig über die Körperoberfläche vertheilt, sondern auf das dem Stiel abgewandte Ende beschränkt. Sie sind von zweierlei Art. Die einen, welche wir zunächst betrachten wollen, unterscheiden sich von den Tentakeln der meisten übrigen Acineten durch ihre feine Spitze, welche ihnen einige Aehnlichkeit mit den Pseudopodien der Heliozoen, und dem ganzen Organismus somit etwas von dem Ansehen einer gestielten Actinophrys verleiht. Am ähnlichsten sind sie noch den Tentakeln der Podophrya cothurnata [1] und des Acinetenzustandes der Epistylis branchiophila [2]. An einem Exemplar, welches die Tentakeln weit ausgestreckt hat, was nur selten beobachtet wird, da die Organismen sie bei der geringsten Beunruhigung einziehen oder wenigstens verkürzen und nur langsam wieder ausdehnen, überzeugt man sich, dass dieselben eine beträchtliche Länge erreichen, bei mittleren Individuen den Körperdurchmesser übertreffen und vollkommen homogene, glatt contourirte Fäden bilden, welche mit breiter Basis beginnend sich zu einer feinen Spitze verdünnen. Auch jetzt schon kann man mit stärkeren Vergrösserungen eine leichte Spiraldrehung um die Längsaxe erkennen (Taf. I Fig. 8). Dieselbe wird deutlicher, wenn in Folge von Beunruhigung das Thier seine Tentakeln verkürzt. Es tritt dann eine feine Spiralfaltung in der ganzen Länge des Tentakels auf, die anfänglich das Bild eines Körnchenbesatzes vortäuscht und hierdurch die Aehnlichkeit mit den Pseudopodien einer Heliozoe noch erhöht, beim Fortschreiten der Verkürzung aber leicht als eine korkzieherartige Faltung erkannt wird. Wird die Podophrye heftig insultirt,

[1] Stein: Infusionsthiere pag. 72.

[2] l. c. pag. 124.

so kommt es auch vor, dass die Tentakeln in einer bestimmten Entfernung umknicken und dass sie stellenweise varicositätenähnliche Anschwellungen erhalten. Dass ein Tentakel vollkommen eingezogen worden wäre, habe ich, wenn wir von encystirten Individuen absehen, nie beobachten können, doch halte ich es für wahrscheinlich, dass es stattfindet.

Bei der Verkürzung wird noch ein weiteres Structurverhältniss der Tentakeln deutlich. Man kann an den stark verkürzten Tentakeln erkennen, dass jeder derselben aus einem homogenen Inhalt und einer diesen Inhalt handschuhfingerförmig überziehenden Rindenschicht besteht, wie dies von den Tentakeln der übrigen Acineten schon bekannt ist und am richtigsten von Claparède und Lachmann [1] geschildert wurde. Die Membran verdickt sich bei der Verkürzung und ist alleiniger Sitz der Faltenbildung und der beim schnellen Einziehen sich bildenden Varicositäten.

Die spiralige Torsion der Tentakeln sowie die Zusammensetzung aus einem homogenen weicheren Inhalt und einer festeren Rindenschicht werden beim Zusatz von Reagentien deutlicher. Weder Anwendung von starker Essigsäure noch von Chromsäure vermag nämlich die Tentakeln zu zerstören, sondern dieselben bleiben als verdickte und verkürzte Stiele auf der Körperoberfläche erhalten und unterscheiden sich hierdurch wesentlich von den in selbst dünnen Essigsäurelösungen schnell hinschmelzenden Pseudopodien. In starken Essigsäurelösungen schien mir die Rindenschicht etwas zu quellen.

Ausser den hier geschilderten langen und spitz endenden Tentakeln Taf. I Fig. 1 *x*), für die ich ihrer Function halber im Folgenden die Benennung »Fangfäden« einführen werde, kann man bei genauer Prüfung noch eine zweite Art Fortsätze erkennen, welche ich zum Unterschied als »Saugröhren« bezeichne. Dieselben finden sich vorwiegend auf der Höhe der Convexität der vorderen Fläche Taf. I Fig. 1 u. 12 *x*), sind kürzer als die Fangfäden, in ihrer ganzen Länge von gleichmässiger Dicke und enden an der Spitze mit einer saugnapfähnlichen Verbreiterung. Im Uebrigen bestehen auch sie aus einem hellen homogenen Inhalt und einer mattbläulichen Rinde, sind somit nach einem gleichen Princip gebaut wie die Fangfäden.

Folgende Gründe bestimmen mich in ihnen etwas von den letzteren Verschiedenartiges und nicht nur vorübergehende Formzustände

[1] Études II. pag. 173 (tube creux à parois contractiles).

derselben zu erblicken und somit bei unserer P. gemmipara einen Unterschied zwischen »Saugröhren« und »Fangfäden« zu machen, welcher den bisherigen Beobachtern der Acineten fremd war. Zunächst habe ich nie verfolgen können, dass die Fangfäden ihre Form verändert hätten und in Saugröhren übergegangen wären, was doch bei fortgesetzter daraufhin angestellter Beobachtung hätte gelingen müssen, wenn letztere nur zeitliche Modificationen der Form der ersteren darstellten. Im Gegentheil traten die Unterschiede bei den Bewegungen und Formveränderungen beider Gebilde nur um so deutlicher hervor. Die Saugröhren besitzen keine spiralige Drehung, lassen daher beim Einziehen auch keine spiralige Faltung erkennen: ihre einzige Bewegung besteht darin, dass sie sich vor- und rückwärts bewegen und hierbei ihre Axe verlängern und verkürzen, eine gleichmässig gleitende Bewegung, wie sie bei den Fangfäden nie vorkommt. Auch schienen mir die Saugröhren beständig auf- und niederzusteigen, während die Tentakeln für gewöhnlich sich in Ruhe befinden.

Weiterhin spricht für die hier von mir vertretene Auffassung die verschiedene Function, welche beiderlei Gebilde bei der Nahrungsaufnahme besitzen und die wir deshalb gleich hier in Betracht ziehen wollen. Kommt ein Infusor in das Bereich der Fangfäden, so krümmen sich dieselben, indem sie ihr Opfer umklammern. Wie schon frühere Beobachter Claparède u. Lachmann, Ehrenberg, Stein u. A. haben constatiren können, wirkt diese Berührung lähmend und allmälig ertödtend. Durch die Verkürzung der Fangfäden wird nun der todte Körper der Podophrye genähert und mit den kürzeren Saugröhren in Berührung gebracht. Dieselben schwellen mit ihren Enden an und fixiren letztere wie Saugnäpfe an der Körperoberfläche. Ihre auf- und absteigende Bewegung nähert und entfernt das abgestorbene Infusor, bis dasselbe plötzlich anfängt kleiner zu werden. Es hat sich dann ein Strom vom Körper desselben ins Innere der Podophrya etablirt. Bei der Verlängerung der Saugröhre treten die Körnchen in dieselben hinein, die Verkürzung derselben treibt sie ins Innere des fressenden Organismus. Dieser Verlauf lässt auch uns, wie Claparède und Lachmann und Zenker [1], in der Rindenschicht den Sitz der Contractilität suchen und die centrale Substanz für eine flüssige passiv bewegte Masse ansehen.

---

[1] Zenker: Beiträge zur Naturgeschichte der Infusorien. Arch. f. mikr. Anat. Bd. II pag. 343.

Schliesslich erwähne ich noch, dass die hier erörterte Differenzirung der Tentakeln in Saugröhren und Fangfäden keineswegs auf die Podophrya gemmipara beschränkt ist, sondern früher schon von mir bei andern Acineten nachgewiesen wurde. So beobachtete ich bei einer Form, welche in ihrem Bau vollkommen mit der von Stein als Actinophrys sol seinerzeit beschriebenen Varietät der Podophrya fixa übereinstimmte, ausser den von anderen Autoren schon abgebildeten starren und mit einem Knöpfchen endenden Tentakeln noch schwanke, die letzteren um das Drei- bis Vierfache an Länge übertreffende Fäden. Dieselben endeten mit einer Kugel, welche bedeutend grösser war als die knöpfchenförmige Endanschwellung der gewöhnlichen Acineten-Tentakeln, krümmten sich und wurden pendelartig bewegt, beim Einziehen spiralig aufgerollt. Ich unterscheide sie hier gleichfalls als »Fangfäden« von den übrigen geknöpften und starren Tentakeln, welche ich als »Saugröhren« bezeichne. — In einem andern Falle, den ich gelegentlich meiner Rhizopoden-Studien beobachtete, waren die Fangfäden in einer Spirale jedesmal um die Saugröhre herumgelagert. Leider habe ich damals verabsäumt, mir die Species, bei der ich die Beobachtung angestellt habe, zu notiren. — In beiden Fällen habe ich mich vergeblich bemüht, Uebergangsformen zwischen den beiden Arten von Tentakeln ausfindig zu machen. Ebenso wenig gelang es mir eine Weiterentwicklung einer Saugröhre zu einem Fangfaden oder die Rückbildung eines Fangfadens zu einer Saugröhre zu verfolgen. Ich muss daher auch in den genannten beiden Fällen einen bleibenden Unterschied zwischen beiderlei Gebilden festhalten und komme daher zum Schluss, dass bei einer Anzahl Acineten die beiden Abschnitte der Nahrungsaufnahme, das Einfangen der Nahrung und ihre Einführung in den Organismus von zwei verschiedenartigen Körperfortsätzen verrichtet werden, dass aus einem Zustand der Indifferenz, welcher bei den meisten Acineten persistirt, die Organe des Nahrungserwerbes sich nach zwei Richtungen hin: in fangende und saugende differenzirt haben. Dieser Auffassung gemäss modificire ich die bisher gültige Bezeichnungsweise in folgender Art: Den Namen »Tentakeln« behalte ich als gemeinsame Bezeichnung für alle Körperfortsätze der Acineten bei, mögen dieselben nun auf einem Zustand der Indifferenz verharren oder sich in fangende und saugende differenzirt haben. Dagegen beschränke ich die Ausdrücke »Fangfäden« und »Saugröhren«, welche bisher unterschiedslos gebraucht wurden, auf die-

jenigen Formen, bei denen eine einseitige Entwicklung nach einer Richtung hin erfolgt ist.

In welcher Beziehung stehen nun die geschilderten Fangfäden und Saugröhren zum Körperparenchym? Wie verhalten sie sich zur Skeletmembran? Durchbohren sie dieselbe oder stülpen sie sie nur vor sich aus, so dass letztere eine continuirliche oberflächliche Schicht über ihnen bildet? — Diese Fragen lassen sich am lebenden Organismus nicht mit Sicherheit beantworten. Die Fläche, von der die Tentakeln entspringen, ist in Folge von Vertiefungen und Buckeln zu uneben, als dass eine scharfe Einstellung auf die Ursprungsstelle derselben möglich wäre. Immerhin erhält man auch hier schon zeitweilig den Eindruck, als träten die Tentakeln am Grunde der Vertiefung, in der sie meist entspringen, ins Innere des Körpers hinein. Ebenso kann man sich am lebenden Organismus schon überzeugen, dass die Skeletmembran sich nicht auf die Oberfläche der Tentakeln fortsetzt, da man sonst auf derselben ihr aus feinen Stäbchen zusammengesetztes Gefüge erkennen müsste.

Genaue Aufschlüsse erhält man indessen erst durch Behandlung mit Chromsäure oder Essigsäure und nachfolgender Aufhellung in Glycerin. Zunächst überzeugt man sich, dass die Membran in der That durchbohrt wird (Taf. I Fig. 9 u. 10). Zwar sieht man sie häufig sich scheidenartig an der Basis der Tentakeln eine Strecke weit heraufziehn. Doch ist dies weder stets der Fall, noch reicht diese scheidenartige Umhüllung bis zur Spitze der Tentakeln, wenn es auch vorkommt, dass sie auf eine beträchtliche Strecke hin einen Ueberzug derselben bildet. An Stellen, wo sich die Membran abgehoben hat, besitzt der zwischen dieser und der Körperoberfläche gelegene Theil des Tentakels dasselbe Aussehen wie der ausserhalb gelegene. Wir stimmen somit in diesem Puncte mit Stein überein, welcher gleichfalls die Tentakeln der Podophrya Steinii [1] und anderer Acineten die als Secretionsproduct aufgefasste oberflächlichste Haut durchbohren lässt.

An der Körperoberfläche angelangt dringen die Tentakeln bei der Podophrya gemmipara in's Innere hinein. An günstigen nicht zu stark durch Pigment und Körnchenreichthum getrübten und durch Glycerin gut aufgehellten Exemplaren kann man sie bis nahezu in's Centrum des Körpers verfolgen, nach dem sie alle mehr oder minder convergiren und in dessen Umgebung sie sich, allmälig undeut-

[1] Stein: Infusionsthiere, pag. 121.

licher werdend, der Beobachtung entziehen, ohne dass man eine besondere Art der Endigungsweise erkennen könnte (Taf. II Fig. 4). Verschmelzungen verschiedener Röhren zu einem gemeinsamen Stamm konnte ich nicht beobachten. Ebenso zeigt auch der Tentakel keine Veränderung seines Aussehens. Wie er unverändert die Skelethülle durchbohrt, so tritt er auch unverändert in's Körperinnere und besteht hier wie ausserhalb aus einer dichteren oberflächlichen Schicht und einem homogenen Inhalt.

Die hier von der Endigungsweise der Tentakeln im Körperinnern der Podophrya gemmipara gegebene Schilderung weicht in den wichtigsten Puncten von der Darstellung ab, welche Stein — allerdings bei anderen Acinetenarten [1] — von demselben Structurverhältniss gibt. Stein lässt den Inhalt der Tentakeln mit dem gesammten Körperinhalt gleich an der Oberfläche in directem Zusammenhang stehen. Nach ihm setzt sich die zarte Haut [2] der Tentakeln in eine ebenfalls ausserordentlich zarte Hülle fort, welche er, wie schon erwähnt, unterhalb der Skeletmembran noch als »eigentliche Körpermembran« beschreibt. Es würden somit die Tentakeln gleich an ihrer Verbindungsstelle mit dem Körper aufhören distincte Organe zu sein, sie würden im Grunde genommen nichts als röhrige Ausstülpungen der Körpermembran bilden. Diese Auffassung des Verhältnisses, in dem der Körper mit seiner Membran zum Tentakel mit seiner oberflächlichen Schicht steht, hat Stein — seiner Darstellungsweise nach zu schliessen — weniger an der Hand der Beobachtung als nach Analogie mit den bei Dendrocometes paradoxus zu beobachtenden Verhältnissen sich gebildet. Die Arme des Dendrocometes sind, wie ich bestätigen kann, allerdings von einer zarten, aber deutlich doppelt contourirten Membran überzogen, welche die unmittelbare Fortsetzung

[1] Stein bespricht das Verhalten der Tentakeln zu verschiedenen Malen, unter andern in: »Die Infusionsthiere auf ihre Entwicklungsgeschichte untersucht.« pag. 72 (von der diademartigen Acinete), pag. 119 (Acinete der Opercularia articulata), »Organismus der Infusionsthiere« I, pag. 74.

[2] In gleicher Weise wie Stein lässt auch Zenker bei der Acineta ferrum equinum (nach Claparède und Lachmann's Terminologie Podophrya ferrum equinum) die Tentakeln von einer gemeinsamen, den ganzen Körper umhüllenden Haut bedeckt sein. Nach Zenker würde »der im Innern der Arme befindliche Canal von zwei Schichten umschlossen sein, einer inneren, in allen ihren Theilen willkürlich contractilen, so zu sagen muskulösen Schicht und einer äusseren schlaffen, häutigen, welche eine Fortsetzung der äusseren, lederartigen Haut des Thieres ist«. (Zenker: Beiträge zur Naturgeschichte der Infusorien. Arch. f. mikr. Anat. Bd. II pag. 343, Taf. XIX.)

einer gleichbeschaffenen Hülle des Körpers darstellt. Indessen ist die Annahme, auf der Stein seinen Analogieschluss basirt[1], dass nämlich »die Arme des Dendrocometes einem Tentakelbüschel, jede Endverästelung eines Armes somit einem einzelnen Tentakel morphologisch und physiologisch entspricht«, wie schon Claparède[2] betont, vollkommen unbewiesen. Ich meinerseits bin nicht einmal wie Claparède geneigt, diese Homologie für wahrscheinlich zu halten, wie denn überhaupt die Stellung des Dendrocometes zu den übrigen Acinetinen noch sehr zweifelhaft, unsere Kenntnisse seines Baues und seiner Ernährungsweise noch lückenhafte sind.

Für das thatsächliche Vorhandensein von Verlängerungen der Tentakeln in's Körperinnere, welche ich übrigens an zahlreichen Präparaten zu demonstriren im Stande bin, und für die Annahme, dass wir es hier mit einer allen Acineten zukommenden Structur zu thun haben, muss ich hier noch einige weitere Beweise beibringen. Zunächst möchte ich hier anführen, dass die geschilderte Endigungsweise eine bisher unverständliche Erscheinung bei der Nahrungsaufnahme erklärt. Verfolgt man bei Acineten, welche nicht allzu undurchsichtig sind, die Körnchen, welche von den Saugröhren aus in's Körperinnere strömen, so fällt es auf, dass dieselben in der Verlängerung der Saugröhren nach der Körpermitte dringen und nicht schon an der Basis derselben sich mit dem Körperinhalt vermengen. Claparède und Lachmann[3], welche dieselbe Beobachtung gemacht haben und von denen der letztere[4] auch eine Abbildung gegeben hat, schildern den Vorgang vortrefflich in folgender Weise: »Les granules arrivés dans l'Acinétinien, continuent leur chemin avec une rapidité assez notable, jusqu'à un point situé profondément dans le corps de l'animal. A partir de là, ils prennent part à la circulation lente du liquide contenu dans la cavité du corps de l'Acinétinien.« Aus diesen Beobachtungen geht hervor, dass im Körper der Acinete vorgebildete, in der Verlängerung der Tentakeln liegende Strassen existiren, welche die Nahrungskörnchen in's Centrum des Körpers führen. Die von mir beschriebenen Verlängerungen der Tentakeln stimmen aber vollkommen in ihren Lagebeziehungen mit den Strassen überein, deren Existenz durch den Verlauf der Nahrungsaufnahme bewiesen wird.

1) Stein: l. c. pag. 212.
2) Claparède u. Lachmann: Études I pag. 390.
3) Dieselben: Études I pag. 379.
4) Lachmann: Müller's Archiv. 1856.

Ferner habe ich die geschilderten Verlängerungen der Tentakeln in's Innere des Körpers auch bei einer andern von mir als Podophrya poculum bezeichneten Acinete beobachtet, welche der Acineta cucullus Claparède's und Lachmann's [1] verwandt ist und auf Bryozoen und Hydroiden ebenfalls häufig in der Nähe von Helgoland gefunden wird (Taf. II Fig. 15). In einer einem flachen Champagnerglas ähnlichen, nur in einer Richtung comprimirten Schale liegt ein gleichgestalteter Körper, von dem links und rechts ein Tentakelbüschel entspringt. Bei der grossen Durchsichtigkeit des Protoplasma fielen hier schon am lebenden Thier Verlängerungen der Tentakeln auf, welche einen Bogen bildeten, mit denen der anderen Seite hinter dem ovalen Nucleus im hinteren Körperende sich verflochten. Auch hier wurde durch Chromsäure die Deutlichkeit der Bilder erhöht.

Leider habe ich nicht Zeit gehabt, zahlreichere Formen auf das Verhalten der Tentakeln zu untersuchen; doch ist es wohl kaum anzunehmen, dass bei einer so bedeutsamen Organisations-Eigenthümlichkeit nicht für alle Acineten typische Verhältnisse vorliegen sollten.

Fassen wir zum Schluss noch einmal die wichtigsten über die Tentakeln der Podophrya gemmipara gemachten Beobachtungen zusammen, so finden wir, dass dieselben Röhren von contractilen Wandungen vorstellen, welche die Körperhülle durchbohren und in's Innere des Körpers bis nahe zum Mittelpunct desselben vordringen. Sie enden entweder fein zugespitzt und werden dann »Fangfäden« von uns genannt, oder ihr Ende bildet eine saugnapfähnliche Verbreiterung, dann verdienen sie ihrer Function halber die Bezeichnung »Saugröhren«.

2. Entwicklungsgeschichte.

Nachdem wir im Vorhergehenden versucht haben, uns ein möglichst genaues Bild vom Bau der Podophrya gemmipara zu entwerfen, werden wir im Folgenden den Verlauf ihrer Fortpflanzung verfolgen. Bei der Bedeutung, welche für die Beurtheilung des Zellwerthes niederer Organismen die Kenntniss ihrer Entwicklung besitzt, habe ich dem Studium derselben besondere Aufmerksamkeit gewidmet und namentlich die Rolle, welche der Nucleus bei der Fortpflanzung spielt, einer eingehenden Prüfung unterzogen. Da nun

[1] Études II pag. 137.

die Undurchsichtigkeit der Podophrye am lebenden Organismus keinen Einblick in die im Innern sich vollziehenden Veränderungen gestattet, dieselben vielmehr nur durch Behandlung mit Reagentien erkannt werden können, so hat ein Studium der Entwicklungsgeschichte eine doppelte Aufgabe zu erfüllen: 1 am lebenden Organismus — und soweit wie möglich an ein und demselben Exemplar — zu verfolgen, welche Formveränderungen zur Anlage und Ausbildung eines neuen Individuums führen und dieses letztere in einen dem Mutterthier gleichkommenden Zustand überleiten: 2 die den einzelnen Stadien entsprechenden inneren Veränderungen mikrochemisch nachzuweisen. Diesen bei der Untersuchung eingeschlagenen doppelten Weg werde ich auch bei der Darstellung meiner Beobachtungen einhalten und zunächst den Gang der Entwicklung schildern, insoweit er sich am lebenden Organismus verfolgen lässt.

Die Fortpflanzung der Podophrya gemmipara findet durch Bildung von Knospen statt, welche auf der oralen Fläche des Körpers zwischen den hier entspringenden Fangfäden und Saugröhren entstehen und sich im Verlauf zu Schwärmern entwickeln. Die Knospen bilden breite zungenförmige Fortsätze, welche anfänglich mit breiter Basis der Podophrye aufsitzen und in vorgerückteren Stadien in lebhafter Wimperung begriffen sind. Eine in Fortpflanzung begriffene Podophrye gewährt somit einen sehr characteristischen, auffallenden Anblick. Meistentheils findet man die Knospen in grösserer Anzahl: bei grossen Individuen zählte ich nicht selten 8—12, welche einen das Centrum der Fläche freilassenden Kranz bildeten. Am häufigsten sind vier und sechs Schwärmer, selten nur ein oder zwei bei kleinen Individuen. Fast in allen Fällen besassen die einzelnen Schwärmer einen gleichen Grad der Ausbildung, nur einmal beobachtete ich neben zwei vollkommen reifen zwei kleinere eben erst in der Entstehung begriffene Exemplare.

Die Schwärmer entwickeln sich als kleine allmählich an Grösse zunehmende Protuberanzen der Körperoberfläche. Indem ihr Parenchym mit dem Parenchym des Mutterthiers in vollkommener Continuität steht, geht die Membran des letzteren an der Verbindungsstelle continuirlich auf den jungen Organismus über und überzieht denselben in gleicher Weise, wie sie es beim älteren thut und wie es Figur 4 auf Taf. I von einem lebenden Exemplar zeigt, noch deutlicher die Figuren auf Taf. II von Individuen, die mit Chromsäure behandelt wurden.

Im Verlaufe des Wachsthums verändern die jungen Knospen,

deren erste Anlage ich soeben geschildert habe, ihre Form, indem diejenige Seite ihres Körpers, welche nach der Axe des Mutterthiers sieht, sich muldenförmig vertieft. Diese muldenförmige Vertiefung ist anfänglich am freien Ende der Knospe breiter als am festgewachsenen, nach welchem hin sie sich schnabelförmig verschmälert; später wird sie gleichmässig in ihrer ganzen Ausdehnung und vertieft sich nur in der Längsaxe zu einer medianen mit steil abfallenden Wandungen versehenen Rinne (Taf. I Fig. 2 u. 6). Man kann somit jetzt an der Knospe eine gewölbte Rückenfläche und eine ausgehöhlte ventrale Fläche unterscheiden. Rücken und Bauchfläche gehen mit abgerundeten Kanten in einander über.

Die Knospen sind bald vollkommen farblos oder doch wenigstens pigmentarm, bald sind sie in Folge des dichten Farbstoffs ebenso undurchsichtig wie das Mutterthier. Meine Beobachtungen machen es mir wahrscheinlich, dass zur Bildung der Knospen ein möglichst pigmentarmes Protoplasma verwandt wird, dass es zur Bildung pigmentirter Knospen erst dann kommt, wenn der mütterliche Organismus, durch Bildung früherer Schwärmer erschöpft, nicht mehr befähigt ist ein farbstofffreies Plasma dem Sprössling mitzutheilen. Ich schliesse dies daraus, dass die grossen und kräftigen Individuen zahlreiche und farbstofffreie Knospen bilden, während der Pigmentreichthum wächst, je mehr der mütterliche Organismus gegenüber dem Volumen der Tochterthiere zurücksteht (Taf. I Fig. 3) und am beträchtlichsten wird, wenn fast der ganze Körper zur Bildung der Tochterthiere aufgebraucht wird. Diese Beobachtungen sind insofern von Interesse, als sie den Farbstoff als etwas Bedeutungsloses erscheinen lassen; wahrscheinlich ist derselbe, wie bei den meisten Protisten, ein Product der Assimilation.

Während die convexe oder dorsale Fläche des Schwärmers im Laufe der Entwicklung keine weiteren Veränderungen erleidet, überzieht sich die Concavität der Bauchfläche mit einem gleichmässig um die rinnenförmige Vertiefung angeordneten System feiner Streifen (Taf. I Fig. 6 *A—C*). Dieselben sind in ähnlicher Weise wie die Streifensysteme der Schwärmer des Dendrocometes paradoxus aus Unebenheiten der Körperoberfläche zu erklären und können nicht als besondere Muskelfibrillen angesehen werden, da die Beobachtung an ihnen keine Zeichen von Contractilität zu erkennen vermag. Auf diesen als Leisten zu deutenden Streifen entwickeln sich zahlreiche feinste schwer erkennbare Wimpern, welche so lange der Schwärmer noch mit dem Mutterthier in Verbindung steht in unregelmässig

undulirender Bewegung begriffen sind. Im Körperinnern finden sich einige Vacuolen, welche keine beträchtliche Grösse erreichen und leicht übersehen werden. Von einem Nucleus gewahrt man selbst bei durchsichtigen Exemplaren nur Spuren in Form einer mattgrauen Stelle in dem vordern Theil der Knospe (Taf. I Fig. 6 *A. n*). Wie die Carminbehandlung lehrt, entspricht diese Stelle nicht dem ganzen Nucleus, sondern nur dem Endtheil desselben.

Die Ablösung der nunmehr reifen Knospe erfolgt, indem sich von der Basis aus eine Abschnürungsfurche bildet, welche in's Innere des mütterlichen Organismus eindringt und so die Knospe aus demselben gleichsam herausschneidet (Taf. I Fig. 3). Der Vorgang verläuft wie alle die oben geschilderten Veränderungen langsam und nahezu zu gleicher Zeit bei allen Knospen desselben Exemplares. Eine active Theilnahme des Mutterthieres an der Ablösung durch Contractionen, wie solche beim Gebären der endogen entstandenen Schwärmer der übrigen Acineten beobachtet werden, habe ich nicht erkennen können. Der träge Verlauf der Abschnürung macht dieselben unwahrscheinlich; derselbe contrastirt sehr gegen die Schnelligkeit, mit welcher der Acinetenschwärmer sonst das Mutterthier verlässt.

Die Zeitdauer des geschilderten Theils der Entwicklung habe ich nicht bestimmen können, weil ich ihn nie in Continuität bei ein und demselben Individuum verfolgen konnte. Da man an jungen Knospen kaum eine Veränderung während der Dauer der Beobachtung constatiren kann, muss der Verlauf ein ausserordentlich langsamer und schleppender sein. — Dagegen gelang es mir, mehrfach Schwärmer, welche eben sich abgelöst hatten oder deren Ablösung ich hatte beobachten können, zu verfolgen, bis sie sich festsetzten und die Form der entwickelten Podophrye annahmen.

Mit der Ablösung beginnt der zweite Abschnitt des Entwicklungslebens des Schwärmers, welcher den Zeitraum von der Ablösung bis zum Uebergang in die entwickelte gestielte Podophrye umfasst (Taf. I Fig. 6). Beim Beginn seines individuellen Daseins bildet der Schwärmer eine im Grossen und Ganzen ovoide Scheibe, an der das eine früher mit dem Mutterthier verbundene Ende etwas sich zuspitzt. Auf der concaven ventralen Fläche ist die longitudinale Furche deutlicher und tiefer geworden; ebenso das Streifensystem und der demselben entsprechende Wimperbesatz. Ausserdem ist jetzt ein meist schon kurz vor der Ablösung erkennbares Structurverhältniss deutlich wahrnehmbar. Man bemerkt nämlich, dass am spitzen Ende von der

Wimperrinne eine gleichfalls wimpernde Einstülpung nach der Rückenfläche sich erstreckt. Wie eine Combination der seitlichen Ansicht und der Flächenansicht lehrt, ist diese Einstülpung röhrenförmig und nicht etwa nur das umgebogene Ende der Furche, wie man vermuthen könnte. Die Einmündung der Einstülpung in die wimpernde Furche ist am deutlichsten bei einer halb seitlichen Ansicht des Schwärmers (Fig. 6 *C*), woraus hervorgeht, dass die Einstülpung nicht rein median, sondern etwas lateral gerichtet ist. Die Länge des Gebildes beträgt ein Drittel der Schwärmerlänge. Einige Male konnte ich erkennen, dass das blinde Ende wimperlos war und sich mit einer Einschnürung gegen den vorderen bewimperten Theil absetzte (Taf. I Fig. 6 *A*). An Schwärmern, die noch festsassen, machte die Einstülpung, deren Mündung nach aussen verdeckt ist, den Eindruck einer in die Länge gezogenen Vacuole (Taf. I Fig. 3 *o*). An zwei mit Chromsäure behandelten Schwärmern gelang es mir gleichfalls die Einstülpung zu erkennen und schien mir dieselbe ebenso wie die Schwärmeroberfläche von der Skeletmembran bekleidet zu sein (Taf. II Fig. 10 *B*). Auf die Deutung des auffälligen und nur an undurchsichtigen, stark pigmentirten Individuen nicht kenntlichen Structurverhältnisses werde ich später noch einmal zurückkommen.

Die Bewegung des abgelösten Schwärmers ist eine ausserordentlich träge und schleppende, so dass er sich nur wenig vom mütterlichen Organismus entfernt. Er bewegt sich wie tastend und nach einem zur Fixation geeigneten Orte suchend längs dem Tubularienstämmchen hin, wobei das spitze Ende meistentheils vorangeht. Nach einiger Zeit beginnen Formveränderungen, welche allmählich den Schwärmer in die bleibende Form überführen. Der Körper zieht sich in der Richtung der Längsaxe zusammen; seine Oberfläche wird wulstig und höckerig, was von zweierlei Umständen herrührt. Einestheils treten auf der ganzen Oberfläche zahlreiche kleine geknöpfte Tentakeln auf, welche sich von den gewöhnlichen Acinetententakeln nicht unterscheiden und noch nicht die feine Zuspitzung besitzen wie beim entwickelten Thiere, dagegen schon bei Behandlung mit Chromsäure deutlich die Verlängerungen in's Innere erkennen lassen (Taf. II Fig. 10). Anderntheils nehmen die früher kleinen Vacuolen an Grösse zu und treiben die Oberfläche buckelförmig vor. Bezüglich ihrer Contractilität verhalten sie sich ganz wie die Vacuolen bei der ausgebildeten Podophrye.

Indem allmählich die Bewegungen des Schwärmers erlahmen,

fixirt sich derselbe an irgend einem Fremdkörper, während die Wimpern noch lange Zeit in unregelmässiger Weise fortschwingen. Um diese Zeit bemerkt man nahe dem stumpfen Ende in der Mittellinie der ventralen Fläche eine ovale oder kreisförmige Figur, welche durch die erste Anlage des Stiels hervorgerufen wird. Auf Profilbildern erkennt man, dass sich derselbe in einer Vertiefung des Protoplasma bildet, und zwar entsteht zuerst das basale festsitzende Ende, erkenntlich an seinen Zähnen und Zacken. Diese erste Anlage des Stiels ist es wohl, welche STEIN [1]) auch bei anderen Acinetenschwärmern gesehen hat und mit dem unpassenden Namen eines »nabelförmigen Saugnapfes« bezeichnet.

Indem sich die Concavität der ventralen Fläche ausgleicht und mehr und mehr in eine Convexität umbildet und indem ferner die daselbst gelegene röhrenförmige Einstülpung verstreicht, bildet sich allmählich die definitive Form der Podophrya gemmipara aus (Taf. I Fig. 6 *D*—*F*). Es findet von nun an nur noch ein Wachsthum statt, welches in einer Verlängerung des Stiels und einer Grössenzunahme des Weichkörpers besteht. Es gelang mir nicht, dieses Wachsthum zu verfolgen, doch kann man mit Sicherheit aus der Beobachtung der zahlreichen, auf verschiedensten Stufen der Ausbildung befindlichen Individuen schliessen, dass es sich, abgesehen davon, dass die anfänglich noch persistirenden Wimpern allmählich schwinden, mit keinen weiteren Veränderungen complicirt. Die Zeitdauer von der Ablösung bis zur Annahme der definitiven Form und der Fixation konnte ich in einem Falle auf 10 Stunden bestimmen.

Nach den hier mitgetheilten Beobachtungen bilden sich somit nur die Tentakeln und der Stiel neu, während die Körperumhüllung von der Körperumhüllung des mütterlichen Organismus abstammt.

Wir kommen jetzt zum zweiten Theil des über die Entwicklungsgeschichte handelnden Abschnittes, zur Darstellung der Veränderungen, welche im Innern des Körpers sich vollziehen und daher nur mikrochemisch nachgewiesen werden können. Dieselben beschränken sich auf den Antheil, den der Kern an der Fortpflanzung

---

[1]) STEIN: Organismus der Infusionsthiere I p. 105. Auch bei den Embryonen von Bursaria truncatella hat STEIN ein ähnliches Gebilde als »blindes Saugnäpfchen« beschrieben (Organismus der Infusionsthiere II p. 306, Taf. XIII Fig. 5). Sollte dasselbe, wie ich vermuthe, der ersten Anlage eines Stiels entsprechen, so wäre hierdurch untrüglich dargethan, dass die mit ihm versehenen Schwärmer nicht in den Entwicklungskreis der stiellosen Bursaria gehören und somit als Parasiten angesehen werden müssen.

nimmt. Alle die Resultate, zu denen ich in dieser Hinsicht gelangt bin, wurden durch das schon oben empfohlene Verfahren gewonnen: Behandlung mit Chromsäure und darauf folgende Imbibition mit Essigsäurecarmin und Aufhellung in einem 0,5 % Salzsäure enthaltenden Glycerin. Da der Kern schon frühzeitig Veränderungen erleidet, welche wir in Beziehung zur Fortpflanzung bringen müssen, so halte ich es für zweckmässig, die Beobachtungsreihe mit dem ausgebildeten, eben abgelösten Schwärmer zu beginnen und den Cyclus der Wachsthumserscheinungen zu verfolgen, bis wir wieder zur Bildung eines Schwärmers gelangen.

Der Kern des Schwärmers (Taf. II Fig. 10 *A* u. Fig. 8) ist wie bei der eben erst zur Ruhe gekommenen jungen Podophrye, von der ich ihn oben genauer geschildert habe, hufeisenförmig, und zwar liegt die Convexität des Bogens nach dem stumpferen freien Ende zu, während die Oeffnung nach der mit dem Mutterthier in Zusammenhang stehenden Spitze gerichtet ist. Die Stelle, an der sich in der Folgezeit der Stiel als ein kleines Näpfchen ausbildet, liegt innerhalb der beiden Schenkel des Hufeisens und der Krümmung desselben genähert. In seltenen Fällen ist jetzt schon eine Volumszunahme des Kerns eingetreten, welche ihn zwingt sich winkelig zu knicken und zu biegen, oder es treten einzelne seitliche knospenförmige Auswüchse auf. Häufiger fand ich den Kern in einzelne Stücke zerfallen, wie es Fig. 10 *B* zeigt und wie es auch beim weiter entwickelten Organismus nicht selten angetroffen wird. Ich glaube jedoch nicht, dass in diesen Fällen eine vollkommene Trennung in kleinere Theile stattgefunden hat, sondern bin der Ansicht, dass auch hier, wie es Balbiani von ähnlichen Kernen anderer Infusorien behauptet, dünne Verbindungsfäden von Nucleussubstanz, die durch die Färbung nicht genügend deutlich gemacht worden sind, noch die einzelnen Stücke verbinden.

Wenn sich der Schwärmer nunmehr festgesetzt hat und die somit entstandene Podophrye durch reichliche Nahrungsaufnahme an Grösse zunimmt, so bilden sich die oben genannten in einzelnen Fällen schon beim Schwärmer nachweisbaren Veränderungen des Kerns weiterhin aus (Taf. II Fig. 1—3 Die Hufeisenform wird durch vielseitige Windungen modificirt. Zahlreiche seitliche Knospen wachsen aus dem Nucleus senkrecht zur Längsrichtung desselben hervor. Indem dieselben sich dichotomisch verästeln, durchsetzen sie das ganze Körperparenchym in mannigfach gewundenem oder winklig geknicktem Verlauf (Taf. II Fig. 4 . Für alle diese Kernknospen

sind die kolbig angeschwollenen Enden characteristisch, während die mittleren Theile sich nicht selten zu feinen durch Imbibition kaum nachweisbaren Fädchen ausziehen können. Diese Wachsthumserscheinungen sind es, welche das Bild der ursprünglichen Anordnung des Kerns trüben. Doch gelingt es auch jetzt noch, namentlich, wenn man die Podophrye von der Seite der Insertion des Stiels betrachtet, die anfänglich leicht erkennbare Hufeisenform heraus zu finden.

Die geschilderten Kernknospen sind nur selten seitlich oder basalwärts gerichtet; fast alle wachsen der oralen Seite des Organismus zu (Taf. II Fig. 5). In den Fällen, wo sich hier über den Enden der Kernverästelungen die jungen Schwärmer als kleine Prominenzen gebildet haben, wachsen sie in dieselben hinein und zwar jedesmal nur eine Kernknospe in eine Schwärmeranlage (Taf. II Fig. 6). Bei zunehmender Grösse der letzteren bilden sie in ihnen die schon oben genauer beschriebene Hufeisenform, deren einer Schenkel sich als ein dünnes Verbindungsfädchen zum mütterlichen Kern begibt, während der andere mit kolbiger Anschwellung endet (Taf. II Fig. 7 u. 8). Indem der dünne Verbindungsfaden sich mit der Zeit löst, bleibt der Endtheil der Kernknospe, welcher den bei weitem beträchtlichsten Theil derselben bildet, in dem Schwärmer zurück, der hierdurch das Aeussere gewinnt, von dessen Schilderung wir ausgegangen sind. Die Lösung der Kernverbindung erfolgt erst sehr spät, kurz bevor der reife Schwärmer sein individuelles Dasein beginnt.

Ausser der schon oben besprochenen Zerklüftung des Kerns in zahlreiche, durch feine Fädchen verbundene Theilstücke, kommt es auch vor, dass die Windungen und Verästelungen desselben zu einer centralen unförmlichen Masse schrumpfen, welche dicke Ausläufer in die Schwärmeranlagen entsendet (Taf. II Fig. 9).

Während der geschilderten Veränderungen bildet sich eine Verlagerung des Nucleus aus, indem die ursprünglich im basalen Theil der Podophrye gelegene Hauptmasse des Nucleus in's freie Ende heraufrückt. Der Kern nähert sich somit der Stelle, an welcher die Entwicklung junger Individuen stattfindet (Taf. II Fig. 7—9).

Wenn wir jetzt die Beobachtungen, welche wir über den Verlauf der Entwicklung und die hierbei stattfindenden Veränderungen des Kerns gemacht haben, verknüpfen, so erhalten wir folgendes Gesammtbild der Fortpflanzung: Der hufeisenförmige Kern treibt zahlreiche sich verästelnde Knospen. Ueber den Enden der Kernknospen bilden sich auf der Körperoberfläche kleine Höcker, in welche die sich verlängernden Endäste des Kerns hineinwachsen. Hier biegen

sich letztere hufeisenförmig um; die an Grösse zunehmenden Höcker höhlen sich auf einer Seite muldenförmig aus und bedecken sich auf derselben mit Flimmern. Dann schnürt sich zuerst der neugebildete Kern, demnächst der ganze Schwärmer ab, worauf letzterer nach längerem Umherschwimmen sich fixirt, einen Stiel ausscheidet und eine neue Podophrye bildet.

Der im Obigen geschilderte Process der Bildung junger Individuen muss sich an jedem einzelnen Individuum mehrfach wiederholen. Ich habe dies zwar aus leicht verständlichen Gründen nicht an ein und demselben Exemplar verfolgen können, glaube es aber aus dem Umstand erschliessen zu müssen, dass ich häufig mit jungen Knospen versehene Podophryen fand, bei denen die grosse Dicke des Stiels in keinem Verhältniss zur Kleinheit des Körpers stand, bei denen man somit eine Reduction des Körpervolumens durch einen früheren Fortpflanzungsprocess annehmen musste. Diese Reduction des mütterlichen Organismus im Verlauf der Erzeugung neuer Individuen kann so beträchtlich werden, dass zuletzt nur ein spärlicher mit einem rundlichen Kern versehener Protoplasmarest übrig bleibt, welcher kaum noch das Stielende bedeckt (Taf. I Fig. 11), oder es kommt vor, dass der Rest des mütterlichen Körpers ganz in die Tochterindividuen hinüber genommen wird und bei dem Freiwerden derselben der nackte Stiel zurück bleibt. Dadurch verläuft die Fortpflanzung durch Knospung unter dem Bilde der Zweitheilung.

Ausser der Schwärmerbildung in der geschilderten Weise habe ich keine mit der Fortpflanzung im Zusammenhang stehende Veränderungen nachweisen können. Die Cystenbildung, welche häufig bei anderen Infusorien in Beziehung zur Fortpflanzung tritt, scheint mir bei der Podophrya gemmipara nur die Bedeutung zu haben, dass sie bei eintretender Veränderung der Lebensbedingungen den Organismus vor Schädlichkeiten bewahrt. So fand ich, dass selbst dann, wenn behufs der Erneuerung des Gasgehaltes der v. Koch'sche Durchlüftungsapparat zur Anwendung kam, die Podophryen, welche aus dem Meere in ein Seewasseraquarium verpflanzt wurden, sich binnen weniger Tage encystirten, während unter den direct nach der Ausfahrt untersuchten Exemplaren sich nur wenig encystirte befanden. Die Cyste bildet eine rundliche Kapsel, welche ausserhalb der Skeletmembran gelegen ist und vom Körper durch einen Zwischenraum getrennt wird (Taf. I Fig. 5). Sie besteht aus einer homogenen, Säuren und Alkalien widerstehenden Substanz, welche auf ihrer Oberfläche mit Körnern incrustirt ist. Die Tentakeln sind anfänglich noch

als kleine Stummeln erkennbar, später werden sie in's Körperinnere zurückgezogen und sind dann nur mit Hülfe von Reagentien als ein Keil von Fäden nachweisbar, welche ungefähr vom Mittelpunct ausgehen und nach dem oralen Ende zu divergiren. Sie werden somit nicht aufgelöst, sondern nur in's Protoplasma zurückgezogen.

Der Encystirung geht eine Periode voraus, in der die auf die Fortpflanzung sich beziehenden Veränderungen besonders lebhaft verlaufen und daher gut zu beobachten sind. Tags nach der Ausfahrt, auf der man die Podophryen gesammelt hat, findet man zahlreiche abgelöste oder in Ablösung begriffene Schwärmer. Man thut daher gut daran, das eingesammelte Beobachtungsmaterial möglichst bald zu verarbeiten, zumal demselben auch von anderen Seiten her Gefahren drohen. So stellen kleine Krebse, besonders Amphipoden und unter diesen wieder vornämlich die gefrässige Caprella den kleinen Organismen nach. Ferner bohrt sich an der Verbindung von Stiel und Körper, also an einer Stelle, wo es vor der gefährlichen Waffe der Tentakeln sicher ist, ein rasch sich vermehrendes hypotriches Infusor in das Innere der Podophrye ein und zerstört dasselbe. Durch alle diese Verhältnisse wird selbst bei der besten Pflege ein reiches Material binnen Kurzem für entwicklungsgeschichtliche Beobachtungen unbrauchbar.

Zum Schlusse der hier gegebenen Beschreibung der Podophrya gemmipara fasse ich noch einmal die wichtigsten Charactere zu einer kurzen Diagnose zusammen.

Podophrya gemmipara. nov. spec.

Die Podophrya gemmipara ist eine gestielte Acinete von becher- oder napfförmiger Gestalt. — Der Stiel bildet eine von der Basis aus nach ihrem freien Ende zu sich verbreiternde, von einem festen Inhalt erfüllte Röhre, deren Wandung aus einer weicheren Innensubstanz und einer derberen Cuticula besteht und stets Querstreifung, zuweilen auch Längsstreifung erkennen lässt. — Die Körperoberfläche wird von einer dicht anschliessenden Membran bedeckt, welche wie aus verkitteten Stäbchen und Körnchen zusammengesetzt aussieht. — Im Körper finden sich unregelmässig gelagerte contractile Vacuolen von schwankender Anzahl. — Der Nucleus besteht aus einem hufeisenförmigen Grundstock, von dem zahlreiche das Parenchym durchsetzende Verästelungen entspringen. — Die Tentakeln sind in Fangfäden und Saugröhren differenzirt, welche beide die Skeletmembran durchbohren und in's Innere des Körpers eindringen.

Die Fortpflanzung kommt durch Bildung zahlreicher hypotrich bewimperter Knospen zu Stande, welche im Anschluss an eine Knospung des Nucleus entstehen und mit einer einem Cytostom ähnlichen Einstülpung versehen sind. Die Knospen lösen sich als Schwärmer ab und bilden sich direct in die Podophrya gemmipara um.

Durchmesser des Körpers 0,06—0,2 mm, Länge des Stiels 0,5—0,8 mm.

II. Allgemeiner Theil.

Bemerkungen zum Bau und zur systematischen Stellung der Acineten.

Die im Vorigen geschilderten Beobachtungen geben mir nach zwei Richtungen hin Veranlassung zu Betrachtungen allgemeiner Natur. Zunächst sind uns durch sie in mehrfacher Hinsicht Gesichtspuncte zur Beurtheilung des Baus und der histologischen Zusammensetzung der Acineten geboten. Weiterhin sind aber auch einige Beobachtungen geeignet, Reflexionen anzuregen über die systematische Stellung der Acineten, speciell über ihre verwandtschaftlichen Beziehungen zu den übrigen Infusorien, den Ciliaten.

1. Ueber den Bau der Acineten.

Bei der Betrachtung des Baus werde ich, ausgehend von den bei der Podophrya gemmipara gemachten Beobachtungen, die Organisation der übrigen Acineten, wie sie mich Arbeiten anderer Forscher und eigene gelegentlich angestellte Untersuchungen kennen gelehrt haben, zum Vergleich heranziehen. Da es hierbei nicht in meiner Absicht liegt, eine Schilderung der gesammten Acinetenorganisation zu geben, werde ich mich auf die wichtigeren Verhältnisse beschränken und deshalb im Folgenden nur den Bau des Skelets und der Tentakeln, vor Allem aber die morphologische und physiologische Bedeutung des Nucleus einer allgemeinen Besprechung unterziehen. Ich beginne mit der Betrachtung des Skelets, und zwar des interessantern Theils desselben, der Skeletmembran, da wir vom Stiel, als einem bei allen Acineten im Wesentlichen gleichgebauten Gebilde absehen können.

a) Ueber die Skeletmembran.

Ein Blick auf die Körperhüllen der Acineten macht uns mit einer ausserordentlichen Mannigfaltigkeit in ihren Formen, ihrer

Festigkeit, ganz besonders aber in ihren Lagebeziehungen zum Weichkörper bekannt. Wenn wir die Podophrya gemmipara zum Ausgangspunct unserer Vergleichung wählen, so schliessen sich an die im speciellen Theil genauer geschilderte Körnchenmembran derselben die homogenen auf dem optischen Querschnitt doppelt contourirt erscheinenden Hüllen der meisten übrigen Podophryen, der P. Lyngbyi, P. Steinii, P. Cyclopum etc. unmittelbar an. In allen diesen Fällen haben wir mit zarten Membranen zu thun, welche sich den Körperformen auf's Innigste anschmiegen und nur unter Anwendung von Reagentien und Compression sich ablösen und theilweise wenigstens isoliren lassen. Stets werden dieselben von den Tentakeln durchbohrt, ohne dass bestimmte, ein für alle Mal gebildete Oeffnungen für ihren Durchtritt existirten. Wahrscheinlich besitzen sie sowohl, wie der meist vorhandene Stiel, mit dem sie häufig sich nicht allein berühren, sondern sogar in unmittelbarer Continuität stehen, dasselbe chemische Verhalten, welches ich bei der P. gemmipara nachgewiesen habe. — Unter dieser Membran findet sich bei unserer P. gemmipara ganz sicher keine weitere »innere Hülle«, sondern es folgt unmittelbar die nackte Oberfläche des Protoplasma. Ebenso werden sich auch die von Stein beschriebenen Formen verhalten, bei denen die Existenz einer zweiten »eigentlichen Körpermembran«, wie ich bei Betrachtung der Tentakeln gezeigt habe, wohl weniger beobachtet, als der unrichtigen Analogie mit dem Dendrocometes zu lieb erschlossen worden ist.

Bei einer weiteren Reihe von vorwiegend marinen Acineten, für die Claparède und Lachmann [1]) den Gattungsnamen Acineta reserviren und für die Haeckel [2]) späterhin, um Verwechslungen mit der gesammten Classe zu vermeiden, zweckmässiger Weise den Namen Autacineta eingeführt hat, sitzt auf dem Stiel eine mehr oder minder becherförmige Schale, welche in den meisten Fällen starr und unbiegsam ist, bei manchen Formen jedoch von den Gestaltveränderungen des Körpers beeinflusst, gefaltet und gebogen wird. Der von der Schale umschlossene Körper liegt hier selten der Wandung derselben in ganzer Ausdehnung an, meist steht er nur an der Schalenmündung mit ihr in Verbindung. Bei allen diesen Acineten im engeren Sinne oder Autacineten existiren bestimmte Oeffnungen zum Durchtritt der Tentakeln. Meist ist die ganze orale Seite geöffnet, mit weiter runder

[1]) Études I, pag. 387.

[2]) Haeckel: Generelle Morphologie II, p. LXXIX.

Oeffnung bei der A. patula, mit mehrfach gekreuztem Schlitz bei der A. mystacina, mit einer queren Spalte endlich bei dem sogenannten Acinetenzustand des Zoothamnium affine, welchen Stein, wie mir scheint, fälschlicherweise mit der marinen Acineta tuberosa Ehrenberg's identificirt, bei der A. cucullus (Clap. u. Lachm.) und anderen. Seltener sind zwei Schalenmündungen vorhanden links und rechts von einer das orale Ende schliessenden Membran. So finde ich es bei einer in der Nähe von Helgoland auf Sertularien (namentlich den von der Austernbank erhaltenen) häufigen Acinete, welche ich mit der A. tuberosa Ehr. für identisch halte und bei der in Fig. 15 auf Taf. II abgebildeten Form, welche ich wegen ihrer Weinglasform als A. poculum benannt habe. Die grössere Anzahl dieser Formen kenne ich aus eigener Anschauung und kann sicher von ihnen behaupten, dass sie keine noch besonders zu unterscheidende »Körpermembran« besitzen: bei den wenigen, die ich nicht beobachtet habe, werden die Verhältnisse wohl die nämlichen sein, so dass wir auch hier wohl nur eine Hülle, welche dann zumeist als Schale bezeichnet wird, unterscheiden können.

Sind nun die Schalen der Autacineten und die biegsamen cuticulaähnlichen Umhüllungen der Podophryen morphologisch gleichwerthige Bildungen? Diese Frage glaube ich aus mehrfachen Gründen bejahen zu müssen. Da die Unterschiede, wie sie durch grössere und geringere Festigkeit oder Biegsamkeit, durch unmittelbare Auflagerung oder nahezu vollkommene Selbstständigkeit geboten werden, keineswegs durchgreifend sind, so bleibt nur die eine Differenz bestehen, dass bei dem einen Theil der Hüllen bestimmte Durchtrittsstellen für die Tentakeln existiren, welche bei dem andern Theil fehlen. Diese Differenz lässt sich aber mit den verschiedenen Graden der Festigkeit in Zusammenhang bringen, da mit zunehmender Dichtigkeit der Schalen dieselben aufhören an beliebigen Stellen für die Tentakeln durchgängig zu sein, und somit bestimmte Oeffnungen in ihnen nothwendig werden.

Im Uebrigen stimmen die unterschiedenen beiden Arten der Umhüllung in ihren Beziehungen zum Organismus vollkommen überein. Namentlich ist zu betonen, dass nirgends beide Hüllen gleichzeitig vorkommen, dass beide überhaupt weder nach aussen noch nach innen von einer weiteren Hülle bedeckt werden. Wir haben deshalb offenbar nur verschiedene Entwicklungsgrade ein und desselben morphologischen Gebildes vor uns, wie sich ein ähnliches Verhältniss bei den Schalen der Monothalamien nachweisen lässt, nur mit dem

Unterschied, dass im letztern Fall noch in viel vollkommenerer Weise durch alle Zwischenstufen hindurch sich die Umbildung einer ursprünglich membranös weichen »Haut« Plagiophrys in eine rigide durch complicirte Structur ausgezeichnete »Kapsel« verfolgen lässt.

Die hier vertretene Auffassung, dass die »Schalen« der Autacineten und die »Cuticulae« der Podophryen morphologisch gleichwerthige Gebilde sind, scheint auf Schwierigkeiten zu stossen, wenn wir die Entwicklungsgeschichte in Betracht ziehen. Bei den Autacineten, z. B. bei der A. mystacina[1], theilt sich der Körper innerhalb der Schale, ohne dass dieselbe am Theilungsprocess Antheil nähme. Das eine der Theilstücke verlässt als Schwärmer die Schale, um zur Ruhe gekommen, sich eine eigene Behausung neu zu bilden. Bei der Podophrya gemmipara dagegen habe ich mit aller Sicherheit den Nachweis führen können, dass die Skeletmembran oder »Cuticula« am Knospungsprocess Antheil nimmt, insofern ein Theil der mütterlichen Hülle direct zum Aufbau der Hülle des Tochterindividuums verwandt wird. Während bei den Autacineten somit, wie Claparède und Lachmann[2] richtig angeben, die Schale als ein lebloses Gebilde nach Art der Muschelschale erscheint, ist die Cuticula der Podophrya gemmipara noch bildsam und den Einflüssen des Körpers zugängig.

Indessen die Bedenken, welche sich aus diesem verschiedenen Verhalten im Verlauf der Entwicklung herleiten lassen, schwinden, wenn wir ganz analoge bei Monothalamien nachweisbare Verhältnisse berücksichtigen. Auch hier verläuft die Theilung je nach der Consistenz der Schale bald mit, bald ohne Betheiligung derselben. Während sich bei der Mikrogromia socialis nur das Protoplasma theilt, nimmt bei dem der Mikrogromia systematisch ganz nahe stehenden Lecythium hyalinum (Hert. u. Lesser., Arcella hyalina Ehr. die Schale an der Fortpflanzung Antheil. Bei demselben hat schon vor längerer Zeit Fresenius[3] Längstheilungen in Drei- und Viertheilstücke beschrieben, bei denen die Schale in gleicher Weise eingeschnürt wurde, wie die Oberfläche des Protoplasma, bis schliesslich zwei Schalen aus den beiden Hälften e i n e r Schale entstanden. Nach gelegentlich angestellten Beobachtungen kann ich diese für eine histologische Beurtheilung der Schalenbildungen sehr interessanten Angaben vollkommen bestätigen, obwohl mir anfangs ein derartiger Vor-

---

[1] Claparède et Lachmann, Études II p. 134.

[2] Études I pag. 17.

[3] Abhandlungen der Senckenbergischen Gesellschaft Bd. II.

gang unwahrscheinlich und wenig glaubwürdig erschien[1]). Mögen somit die Schalen in den Endgliedern ihrer Entwicklungsreihe todte an den Lebenserscheinungen des Organismus nicht mehr participirende Bildungen sein (wie z. B. bei Arcella, Difflugia, den meisten Autacineten), so sind sie doch in den ersten Anfängen, da wo sie eben erst als eine differente durch Secretion des Protoplasma entstandene oberflächliche Schicht, als eine Art Zellmembran sich bilden, noch in innigster Beziehung zu ihrem Mutterboden.

Im Anschluss an die hier gegebene Betrachtung des Skelets der Acineten muss ich noch erwähnen, dass nach meinen Beobachtungen keineswegs alle Formen so »augenscheinlich mit einem Integument versehen« sind, wie Claparède und Lachmann[2]) annehmen. Vielmehr liegen Gründe zur Annahme vor, dass manche Acineten Zeit ihres Lebens ohne Skeletmembran existiren. Bei der von Stein seiner Zeit als Actinophrys sol beschriebenen Podophrya fixa habe ich mich bei früheren Untersuchungen niemals von der Existenz einer »Cuticula« überzeugen können. Auch Cienkowski[3]) ist es nicht geglückt, bei derselben eine Membran nachzuweisen[4]). Nach ihm wäre die Hülle, welche Stein bei derselben als eine unmittelbare Fortsetzung des Stiels beschreibt, nur eine vorübergehende der Encystirung entsprechende Hüllenbildung. Aehnlich lauten seine Angaben über eine zweite nicht näher benannte, der Podophrya fixa ähnliche, aber nicht mit ihr identische Form. — Leider habe ich nicht Gelegenheit gehabt neuerdings die Beobachtungen zu wiederholen und bemerke hier nur noch, dass man mit dem Nachweis von Membranen unter der Zuhülfenahme von Reagentien vorsichtig verfahren muss. Bei ganz sicher membranlosen Amoeben erhält man nicht selten bei der Anwendung von starker Essigsäure eine Art von Membran, deren Entstehung ich mir aus einer Anätzung der oberflächlichsten Protoplasmaschicht erkläre. Dergleichen Bilder mögen auch bei manchen Acineten zur Annahme einer Membran geführt haben[5]).

---

[1]) Wahrscheinlich wird auch bei den Theilungen der Diplophrys Archeri die Schale ihren Antheil nehmen.

[2]) Études II p. 228.

[3]) Bulletins de l'Académie imperiale de St. Pétersbourg. Cl. physicomath. XIII p. 301.

[4]) Mit Recht gibt daher Carus in seinem Handbuch der Zoologie an, dass der Körper der Podophrya fixa nackt ist.

[5]) Wie ich sehe, äussert sich ganz ähnlich Kühne gegen die Deutung der unter Anwendung mancher Reagentien entstehenden Bilder, die nach der Ansicht

Nach diesen Betrachtungen über das Skelet der Acineten komme ich zum Schluss, dass wir bei denselben nackte und mit Skelet versehene Formen zu unterscheiden haben. Die mit einem Skelet versehenen Arten lassen dasselbe in zwei Modificationen, oder besser gesagt, in zwei Graden der Entwicklung erkennen. Bei einem Theil, den Podophryen, bildet es eine allseitig geschlossene biegsame Membran, bei einem andern Theil, den Autacineten, eine mit bestimmten Oeffnungen versehene Kapsel. Man mag nun, wie man will, für beide Arten besondere Benennungen einführen und im ersten Fall von einer Cuticula, im letzteren von einer Schale reden, wenn man nur immer hierbei die morphologische Gleichwerthigkeit beider im Auge behält. Um dieselbe zu betonen, habe ich für beide den gemeinsamen Namen Skeletmembran eingeführt.

Die hier vertretene gleichmässige Benennung der Hüllen der Acineten stimmt mit der Auffassung überein, welche Ehrenberg [1]) bei der Aufstellung des Genus »Acineta« gehabt hatte. Ehrenberg characterisirt dasselbe als eine Gattung der Acinetinen, »welche einen einfachen häutigen Panzer und viele strahlenartige zurückziehbare Fühlfäden hat«. Unter Panzer versteht er hierbei nicht allein das becherförmige Gehäuse der A. tuberosa, sondern auch die Cuticula der P. Lyngbyi. Wie Ehrenberg so stellt auch Kölliker [2]) »die Schalen und Panzer der Infusorien den Cuticulae ganz an die Seite«, da nach seiner Ansicht alle Uebergänge von den »einfachen Cuticulae« zu wirklichen Hülsen, in denen das Thier mehr oder minder frei enthalten ist«, sich nachweisen lassen. Ebenso fasst auch Gegenbaur [3]) den Unterschied zwischen den Cuticula- und den Gehäusebildungen nur als einen graduellen auf.

In den Arbeiten Stein's, Claparède's und Lachmann's, welche zur Zeit noch die ausführlichsten und umfassendsten Darstellungen von der Organisation der Acineten geben, vermisst man eine bestimmt durchgeführte Auffassung der Hüllenbildungen. Aus einer Zusammenstellung der einschlägigen, in beiden grossen Werken Stein's zerstreuten Bemerkungen glaube ich jedoch entnehmen zu können, dass derselbe bis auf die früher schon besprochene Differenz, welche in der

---

vieler Forscher die Existenz einer Membran beweisen sollen. Kühne, Untersuchungen über das Protoplasma p. 36 u. 37.)

[1]) Ehrenberg, Die Infusionsthiere als vollkommene Organismen. Leipzig 1838 p. 240.

[2]) Kölliker: Icones histiologicae p. 10.

[3]) Gegenbaur: Grundzüge der vergleichenden Anatomie p. 98.

Annahme einer inneren Körpermembran besteht, eine gleiche Auffassung des Skelets der Acineten besitzt. Was ich als »Skeletmembran« bezeichnet habe, nennt Stein »äussere Membran« oder »cystenartige Hülle« und scheint er hierunter eben sowohl die Cuticulae als die Schalen der Acineten zu begreifen. Die Gründe, welche mich bestimmen eine »innere Hülle« (»Körperhaut« oder »eigentliche Körpermembran«) in Abrede zu stellen, sind zur Genüge erörtert und brauche ich daher nur auf früher Gesagtes zu verweisen.

Von der Auffassung Claparède's und Lachmann's habe ich mir kein klares Bild zu verschaffen vermocht, da sie des Skelets der Acineten nur in wenigen, zusammenhangslosen Bemerkungen gedenken. Sie schreiben allen Acineten ein unzweifelhaftes Integument zu, ohne aber in den Einzelschilderungen desselben zu erwähnen oder am concreten Falle durchzuführen, was sie unter Integument verstehen. In der kurzen allgemeinen Characteristik der Infusorien, mit der sie ihre Études einleiten, besprechen sie die Cuticula und Schalenbildungen, geben uns jedoch keinen Aufschluss, wie sie das Verhältniss, in dem beide zu einander stehen, aufgefasst wissen wollen. Das daselbst über das Integument Gesagte nimmt ausserdem vorwiegend auf die ciliaten Infusorien, weniger auf die Acineten Rücksicht.

b. Bau der Tentakeln.

Bezüglich des Baues der Tentakeln, die wir hier an zweiter Stelle besprechen werden, bin ich zu einer Auffassung gelangt, welche sich von der allgemein giltigen sehr wesentlich unterscheidet. Die meisten Forscher stellen die Tentakeln mit den Pseudopodien in eine Kategorie und fassen sie demgemäss als unmittelbare Fortsetzungen des Körperparenchyms auf. Haeckel[1]) nennt die Tentakeln geradezu »starre vom Protoplasma ausgehende Pseudopodien, welche keinen höheren morphologischen Werth haben als ähnliche Fortsätze anderer Zellen«. In gleicher Weise sprechen sich Stein[2]), Kölliker[3]), Carus[4]), Claus[5]), Gegenbaur[6]) u. A. aus.

Dem gegenüber liefern meine Beobachtungen eine Bestätigung

---

[1]) Haeckel: Morphologie d. Infusorien. Jenaische Ztschr. B. VII S. A. pag. 10.

[2]) Stein: Untersuchungen über die Entwicklung der Infusorien. Archiv f. Naturgeschichte. Jahrg. XV p. 111.

[3]) Kölliker: Icones hist. p. 11.

[4]) Carus: Handb. d. Zoologie p. 589.

[5]) Claus: Grundzüge d. Zoologie p. 163.

[6]) Gegenbaur: Grundzüge d. vergl. Anatomie p. 102.

der Ansicht Claparède's und Lachmann's [1]), dass die Pseudopodien und Tentakeln fundamental verschiedene Bildungen sind, die sich eben sowohl in ihrem Bau als in ihrer Function und in der Art ihrer Bewegung von einander unterscheiden. Die Pseudopodien bestehen aus einer im Wesentlichen gleichmässigen protoplasmatischen Substanz. Wenn die lappigen Fortsätze der Amoeben einen Unterschied von Endosark und Ektosark erkennen lassen, so ist dieser, wie wohl alle Forscher nunmehr übereinstimmen, ein gradueller, durch verschiedene Dichtigkeit und verschiedenen Reichthum an körnigen Bestandtheilen bedingter. Bei den Tentakeln der Acineten dagegen ist die Rindensubstanz als eine distincte Schicht gegen den weicheren Inhalt der Röhre scharf abgesetzt, so dass wir eine Verschiedenheit der Substanzen, aus denen sie bestehen, annehmen müssen. — Während die Pseudopodien an ihrer Basis unmittelbar in das Körperprotoplasma übergehen, dringen die Tentakeln in's Innere des Körpers ein, und ihre Rindenschicht unterscheidet sich in ihrem ganzen Verlauf vom Parenchym. Ihre Substanz ist somit nicht mit dem Protoplasma identisch, sondern etwas von ihm differentes.

Eben so gross sind die Verschiedenheiten, wenn beiderlei Bildungen in Function treten. Beim Wechsel der Pseudopodien fliesst ihre Masse in's Körperparenchym zurück und an anderen Stellen bilden sie sich auf's Neue als Verlängerungen der Oberflächenschicht. Die Bewegungen kommen zu Stande, indem die einzelnen Theilchen an einander vorüberfliessen, so dass auch innerhalb der Pseudopodien eine beständige Verschiebung und ein Wechsel der Anordnung stattfindet, wie man es am besten an den körnchenbesetzten Pseudopodien der Foraminiferen erkennen kann. Dagegen werden die Tentakeln nur vorgeschoben und zurückgezogen, wie dies zuerst Claparède und Lachmann [2]) richtig erkannten. Der Wechsel ist nur ein scheinbarer; denn wie man sich leicht an encystirten Exemplaren der Podophrya gemmipara überzeugen kann, existiren die Tentakeln nach wie vor, wenn sie auch die Körperoberfläche nicht mehr überragen, im Innern des Körpers, nur sind sie contrahirt und in Folge dessen verkürzt: diese Verkürzung combinirt sich mit einer Verbreiterung der Fäden und zwar mit einer Verbreiterung desjenigen Theils, welcher Sitz der Contractilität ist, nämlich der Rindensubstanz. Wir haben hier somit denselben Unterschied vor uns, welcher zwischen der Contractilität der Muskelfaser [3]) und

[1]) Claparède et Lachmann: Études I pag. 39.

[2]) Études II pag. 119 u. 120.

[3]) Eine der hier vertretenen ähnliche Auffassung hat schon Zenker früher

der sogenannten Contractilität der amoeboiden Fortsätze nachweisbar ist und den KLEINENBERG[1]) in seiner Arbeit über Hydra vortrefflich erläutert hat. Wenn wir KLEINENBERG's Terminologie anwenden, so sind die Pseudopodien als automatische Gebilde zu bezeichnen, dagegen sind die Tentakeln contractil.

Aus diesem Vergleich der Tentakeln und Pseudopodien ergibt sich, dass die ersteren vom histologischen Gesichtspunct aus in gleicher Weise beurtheilt werden müssen, wie die Muskelfäden der Gregarinen[2]), der Stielmuskel der Vorticellen, die Muskelstreifen der Stentoren und anderer Infusorien. Alle diese Gebilde bestehen nicht mehr aus echtem Protoplasma, sondern sind Differenzirungen desselben, Plasmaproducte, die sich zum Körperparenchym ähnlich verhalten, wie die Muskelfibrillen zu den Ueberresten der Bildungszellen, den Muskelkörperchen. Die Tentakeln sind somit distincte Organe, durch deren Besitz sich die Acineten weit über die ihnen äusserlich ähnlichen Heliozoen und über die übrigen aus indifferentem Protoplasma oder Sarkode bestehenden Organismen erheben.

c. Bau des Nucleus und seine Theilnahme an der Fortpflanzung der Acineten.

Wir kommen jetzt zu den wichtigsten Ergebnissen dieser Untersuchung, zur Betrachtung des Kerns und seiner Veränderungen während der Fortpflanzung. Das Interesse der in dieser Hinsicht gewonnenen Resultate besteht vorwiegend darin, dass durch sie uns Gesichtspuncte für eine Beurtheilung des Zellwerths der Podophrya

---

geäussert (l. c. p. 343 und 344), indem er die Rindenschicht »für in allen ihren Theilen willkürlich contractil, so zu sagen muskulös« erklärt. Wenn indessen ZENKER glaubt, zur Erklärung der Bewegungserscheinungen »Systeme von Muskeln oder muskelähnlich bewegbaren Gebilden« annehmen zu müssen und »das Strecken und Verkürzen« der Tentakeln »durch wechselweise Wirkung von Längs- und Ringmuskeln« bewirkt werden lässt, so sind dies Annahmen, die sich wohl schwerlich den objectiven Beobachtungen gegenüber werden halten lassen.

[1]) KLEINENBERG: Hydra, eine anatomisch entwicklungsgeschichtliche Untersuchung. Leipzig 1872, p. 54. Besonders zutreffend bezeichnen folgende Sätze den hier berührten Unterschied: »Die Muskelsubstanz ist jedem anderen Plasma gegenüber characterisirt durch die Einseitigkeit ihrer Bewegung, welche stets als Verkürzung unter Zunahme des Querschnitts sich darstellt«. »Während bei einer Amoebe jedes Theilchen ihrer Masse nach jeder Richtung beweglich ist, findet die Lageveränderung der Moleküle des Muskels immer nur in der einen bestimmten Direction statt.«

[2]) E. v. BENEDEN: Note sur la structure des Grégarines. Bulletins de l'Académie de Belgique II T. 33.

gemmipara und der übrigen Acineten geboten werden. Bis in die Neuzeit spinnt sich ja der durch v. Siebold's Einzelligkeitslehre angefachte Streit fort, ob die Infusorien als einzellige oder vielzellige Organismen angesehen werden müssen. Trotz der zahlreichen Untersuchungen, deren die Infusorien sich zu erfreuen gehabt haben, finden noch immer drei wesentlich verschiedene Auffassungen ihre entschiedenen Vertreter, indem ein Theil der Forscher an der Möglichkeit einer consequenten Durchführung des Zellbegriffs bei den niederen Organismen verzweifelt, ein anderer die Einzelligkeitslehre für erwiesen hält, ein dritter endlich eine bisher noch nicht nachweisbare, complicirte, zellige Structur voraussetzt. Es ist nun nicht meine Absicht, hier eine eingehende Besprechung der verschiedenen Standpuncte zu geben, da dies erst kürzlich in eingehendster Weise durch Haeckel [1]) geschehen ist, nur möchte ich hier kurz die Gesichtspuncte hervorheben, welche mich zu einer rückhaltlosen Annahme der Einzelligkeitslehre bestimmen, sowie den Versuch eines Nachweises zu machen, dass es im Wesentlichen der Mangel einer exacten wissenschaftlichen Fragestellung war, welcher die Angelegenheit so lange unentschieden und eine Gegnerschaft der Einzelligkeitslehre überhaupt möglich gemacht hat.

Nachdem der Schlüssel zu einer einheitlichen Betrachtung der entwickelteren thierischen und pflanzlichen Gewebe durch die Formulirung des Zellbegriffs gewonnen war, musste es als ein nothwendiges Postulat angesehen werden, die Anwendbarkeit des Zellbegriffs auf die niedersten Organismen zu prüfen. Da es nicht gelang, im Organismus der Infusorien eine sich aus vielen Zellen zusammensetzende Structur nachzuweisen, waren nur drei Möglichkeiten einer wissenschaftlichen Auffassung gegeben: entweder ist der Zellbegriff in der Fassung, wie wir ihn aus der histologischen Betrachtung der entwickelteren Organismen gewonnen haben, auf die Infusorien sowie andere niedere Wesen nicht anwendbar. Dann galt es an der Hand der Beobachtung die Grenzen der Formeinheit, die wir für eine einheitliche Betrachtung der Organismen fordern müssen, zu erweitern und den Zellbegriff neu zu formuliren. Oder — die zweite Möglichkeit — es liegt eine vielzellige Structur vor, welche das Unzureichende unserer mikrochemischen und optischen Hülfsmittel noch nicht zu lösen vermag. Dann konnte man billig erwarten, dass der Nachweis geliefert wurde, dass die vorliegenden Organisations-

[1]) Zur Morphologie der Infusorien. Jenaische Zeitschrift Bd. VII.

verhältnisse nur durch die Annahme einer Vielzelligkeit verständlich und mit der Annahme einer einzigen Zelle überhaupt nicht vereinbar seien. Oder endlich — man musste sich zu einer rückhaltslosen Durchführung der Einzelligkeitslehre entschliessen.

In der That sind von den meisten Zoologen, welche sich mit den Infusorien beschäftigt haben, die hier angeregten Fragen gar nicht aufgeworfen worden. Ein grosser Theil begnügte sich mit Sammlung empirischen Materials und hat nicht einmal den Versuch gemacht, das Verhältniss der Infusorien zur Zellentheorie zu klären. Ein anderer Theil berief sich auf die complicirte Structur als auf ein Moment, welches die Annahme einer Vielzelligkeit erfordere; derselbe war hierbei entweder in einer engherzigen Fassung des Zellbegriffs befangen, wie ihn die Lehre von den thierischen Geweben schon längst verlassen hat, oder er blieb den Beweis schuldig, warum die vorhandenen Differenzirungen (Muskelstreifen, Wimperkleid, Cuticula, Mund, After) sich nicht mit dem Begriff einer einzigen Zelle vereinigen lassen sollten, d. h. mit dem Begriff eines Protoplasmaklümpchens, welches im einfachsten Zustand kernlos, späterhin mit einem Kern versehen durch Differenzirung aus seinem Inneren die verschiedensten Gewebsformen erzeugt. Nur wenige Forscher haben diese ausserordentlich wichtige Frage angeregt und ihr eine eingehendere Betrachtung zu Theil werden lassen. In dem Aufsatz über Cornuspira [1]), in dem M. Schultze seine Ideen zur Zelltheorie entwickelt, kommt er vorübergehend auch auf das Verhältniss der Infusorien zur Zelltheorie zu sprechen. Ohne sich für die Ein- oder Vielzelligkeit zu entscheiden, hebt er hierbei hervor, dass in der Zelle die Fähigkeit liege, die verschiedensten Gewebe zu bilden, dass man daher in den mannigfaltigen Differenzirungen des Infusorienkörpers kein Argument gegen die Einzelligkeit finden könne. Auf diese Darlegungen Schultze's bezugnehmend, haben dann weiterhin Kölliker [2]) und Claus [3]) die Vereinbarkeit der Dif-

---

[1]) M. Schultze: Die Gattung Cornuspira unter den Monothalamien. Arch. f. Naturg. Jahrg. 1860, pag. 306 u. 307. Die betreffende Stelle findet sich dann später abgedruckt in dem Aufsatz: »Reichert und die Gromien.« Arch. f. mikr. Anat. Bd. II, 1866, pag. 152.

[2]) Kölliker: Icones histiologicae. pag. 23.

[3]) Claus: Ueber die Grenze des thierischen und pflanzlichen Lebens. Leipzig 1863. pag. 8, Anm. — Die betreffende Stelle findet sich auf's Neue abgedruckt in der dritten Auflage des Grundrisses der Zoologie desselben Verfassers, pag. 174, während sie in der zweiten Auflage fehlte. Offenbar wurde der Abdruck durch den inzwischen erschienenen Aufsatz Haeckel's: »Zur Mor-

ferenzirungen des Infusorienkörpers mit der Annahme einer einzelligen Structur durchzuführen gesucht, ersterer ein Vertreter der Einzelligkeit, letzterer zur damaligen Zeit wenigstens ein entschiedener Gegner derselben. Auch in zwei neueren Arbeiten von Bütschli [1]) und Everts [2]) werden ähnliche Gesichtspuncte geltend gemacht.

Es ist das Verdienst Haeckel's [3]) die hier kurz berührten Fragen von Neuem eingehend discutirt und durch eine kritische Besprechung des Werthes der einzelnen Differenzirungen nachgewiesen zu haben, dass und warum es dem Begriff einer Zelle nicht widerspricht, wenn an einem Protoplasmaklümpchen sich Differenzirungsprocesse nach verschiedenen Richtungen hin geltend gemacht haben. Durch theils auf eigene Beobachtungen sich stützende, theils einer kritischen Verwendung des vorliegenden Materials entsprungene Folgerungen hat er meines Erachtens unzweifelhaft dargethan, dass auch nirgends Gründe zur Annahme einer Vielzelligkeit gegeben sind.

Ausser der Argumentation gegen die Behauptung, dass die Einzelligkeit mit der Organisation der Infusorien unvereinbar sei, hat Haeckel weiterhin durch die Würdigung des ohne Furchung, d. h. ohne Zelltheilung verlaufenden Entwicklungsganges die Einzelligkeit der meisten Infusorien direct zu beweisen gesucht und aus dem anatomischen Bau des Nucleus und aus dem Verhalten desselben bei der Vermehrung durch Zweitheilung die Uebereinstimmung mit dem Kern der Zelle durchgeführt. Durch die fast gleichzeitig erschienene Arbeit von Everts über Vorticella nebulifera hat dieser letzte Theil der Beweisführung eine weitere Stütze gefunden, da auch hier für den Nucleus ein dem Zellkern bei der Theilung vollkommen gleichkommendes Verhalten nachgewiesen werden konnte. Eine gleiche Bedeutung muss auch, wie ich im Folgenden genauer durchzuführen gedenke, den oben mitgetheilten Beobachtungen über den Nucleus der Podophrya gemmipara zugewiesen werden, und zwar ist es eben

---

phologie der Infusorien « veranlasst. Um so mehr muss es Verwunderung erregen, dass die Haeckel'schen Argumentationen zu Gunsten der Einzelligkeit mit Stillschweigen übergangen werden, der ganzen Arbeit überhaupt nicht gedacht wird, während doch die wenigen in ihr beschriebenen neuen Arten Aufnahme gefunden haben.

[1]) Bütschli: Einiges über Infusorien. Archiv f. mikros. Anat. Bd. IX, pag. 675.

[2]) Everts: Untersuchungen an Vorticella nebulifera. Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. XXIII, pag. 592.

[3]) Haeckel: Zur Morphologie der Infusorien. Jenaische Zeitschrift. Bd. VII.

sowohl der Bau desselben als sein Verhalten während der Fortpflanzung, welches uns Beweise für die Einzelligkeit der Podophrye bietet.

Wir berücksichtigen an erster Stelle den Bau des Nucleus, seine Form und das mikrochemische Verhalten der Substanz, aus der er besteht. Hierbei überrascht zunächst, wenn wir den Kern mit den Kernen thierischer und pflanzlicher Zellen vergleichen, die phantastisch verästelte Form desselben, da wir aus der Gewebelehre der höheren Thiere gewohnt sind, uns den Nucleus als ein rundliches oder ovales Gebilde vorzustellen. Um so interessanter muss es erscheinen, dass in den Sericterien, Speicheldrüsen und Malpighi'schen Röhren vieler Raupen, wie die Untersuchungen von H. Meckel [1]) und Leydig [2]) ergeben haben, die ausserordentlich grossen Drüsenzellen Kerne von einer selbst bis ins kleinste Detail übereinstimmenden Gestalt besitzen. Wenn wir die Abbildungen und Schilderungen der genannten Forscher vergleichen, so begegnen wir daselbst denselben homogenen, reichlich verästelten Ausläufern, kolbig angeschwollenen Enden, bald dünn ausgezogenen, bald bauchig erweiterten Strängen, wie wir sie bei unserer Podophrya gemmipara kennen gelernt haben. Veranlasst durch die Arbeiten der genannten Forscher, habe ich selbst die Malpighi'schen Gefässe der Raupen einer flüchtigen Untersuchung unterworfen und kann ihre Angaben vollkommen bestätigen. Man vergleiche die Figur 14 auf Taf. II, welche eine Zelle aus den Malpighi'schen Gefässen einer Sphingiden-Raupe darstellt, und die Podophryen-Figuren derselben Tafel, und man wird sich von der auffallenden Uebereinstimmung überzeugen. Leider fehlte es mir an Material, um auch die Vermehrung der eigenthümlichen Zellen zu studiren; ich gedenke, so wie die vorgerücktere Jahreszeit mir frisches Material verschafft, die Untersuchungen wieder aufzunehmen und dann noch einmal auf die hier nur kurz berührte Frage zurückzukommen.

Was ferner die Substanz des Nucleus anlangt, so lehrt uns ihr optisches und mikrochemisches Verhalten, ihre mattbläuliche Farbe, ihr homogenes Aussehen, ihre starke Gerinnung in Essigsäure und Chromsäure, ihre auffallende Imbibitionsfähigkeit in Carmin einen Stoff in ihr erkennen, welcher vollkommen mit der Substanz des Nucleolus und der Kernmembran des Keimbläschens und des Rhizo-

---

[1]) H. Meckel: Mikrographie einiger Drüsenapparate der niederen Thiere. Müller's Archiv, Jahrg. 1846. Taf. I—III. Vergl. pag. 33 et seq.

[2]) Leydig: Histologie des Menschen und der Thiere, pag. 351 und 465.

poden-Nucleus übereinstimmt. Ich finde hier nur einen Punct von geringfügiger Bedeutung abweichend, nämlich die bei der Podophrya gemmipara auffallende geringe Quellungsfähigkeit in Eisessig. Indessen ist auch beim Rhizopoden-Nucleus das Verhalten des Nucleolus hierin keineswegs ein gleichmässiges, indem derselbe bald schon in relativ dünnen Lösungen durch Quellung verschwindet, bald in selbst starken Concentrationen kaum Veränderungen erkennen lässt. Ganz besonders characteristisch aber scheint mir für die Zellkernnatur des Gebildes sein Verhalten gegenüber Essigsäure-Carmin zu sein, da dasselbe ja allgemein in der Histologie als ein Kernreagens von ganz besonderem Werthe angesehen wird. — Aus alledem können wir entnehmen, dass der Zellkern die für seine Characteristik wichtigsten Eigenschaften mit dem Nucleus der Acineten theilt.

In zweiter Linie müssen wir in Erwägung ziehen, in wiefern die Betheiligung des Nucleus bei der Fortpflanzung für seine Bedeutung als Zellkern spricht. — Wir haben gesehen, wie schon früh sich an dem hufeisenförmigen Nucleus Veränderungen ausbilden, welche, wie sich im Verlauf der Entwicklung herausstellt, mit der Fortpflanzung in Zusammenhang gebracht werden müssen. Der Kern treibt reichliche, sich dichotomisch verästelnde Zweige, welche dem oralen Ende zu wachsen. Erst nachdem diese Zweige eine beträchtliche Grösse erreicht haben, treten die Protoplasma-Knospen der Oberfläche auf, in welche sich die Kernknospen hineinsenken. In vielen Fällen macht es hierbei den Eindruck, als stülpe die andrängende Kernknospe das Protoplasma vor sich aus.

Wie bei der Knospung der Zelle (z. B. bei der Eibildung niederer Thiere) die Vermehrung des Kerns der Knospung des Protoplasma vorausgeht, so sind auch hier die Kernveränderungen das Primäre, das was den Anstoss zu lebhaften mit der Ausbildung neuer Individuen endenden Wucherungen gibt. Die besondere Gunst des Objects erlaubt uns sogar, was bei der Zellvermehrung nur selten möglich ist, die Veränderungen Schritt für Schritt zu verfolgen und den innigen Zusammenhang der Kernveränderungen mit den Veränderungen des Protoplasma auf's Eingehendste zu controliren. Wir haben somit im Entwicklungsprocess der Podophrya gemmipara ein typisches Bild der Knospung vor uns, wie es uns selten geboten wird. Meines Wissens wenigstens ist in der thierischen und pflanzlichen Gewebelehre kein Beispiel bekannt, welches in so vortrefflicher Weise unsere derzeitige theoretische Auffassung von der Bedeutung des Kerns

für die Zelltheilung durch Knospung zu illustriren geeignet wäre, als die bei der P. gemmipara beobachteten Verhältnisse.

Diese auffallende Uebereinstimmung des »Nucleus« und des Kerns bei der Vermehrung der Podophrya gemmipara und der Zelle glaube ich hier ganz besonders hervorheben zu müssen, da dieselbe bei den Infusorien mehrfach in Zweifel gezogen worden ist.

So lassen Claparède und Lachmann zwar die Theilung der Infusorien mit einer Theilung des Kerns beginnen, glauben aber dieselbe bei der Knospung in Abrede stellen zu müssen [1]). Bei der Knospung soll in dem als Knospe zu bezeichnenden kleineren Stücke eine Neubildung des Kerns stattfinden. Nach meiner Auffassung würde dieses verschiedene Verhalten des Kerns, wenn es wirklich vorhanden wäre, einen fundamentalen Unterschied der genannten beiden Vermehrungsweisen bedingen und vermag ich nicht einzusehen, wie gleichwohl die genannten Forscher behaupten können, dass beide Processe in einander übergehen, dass zwischen ihnen nur ein Unterschied des Grades existire, und dass sie nur zwei Variationen ein und desselben Vorganges der spontanen Theilung seien [2]). Uebrigens sind die Beobachtungen, auf welche Claparède und Lachmann ihre Ansicht stützen, insgesammt neuerdings zweifelhaft geworden, da Stein ähnliche Formen, wie sie Claparède und Lachmann schildern, als Folgezustände der von ihm als »knospenförmige Conjugation« bezeichneten Verschmelzung eines Schwärmers und eines festsitzenden Individuums beschrieben hat. Stein selbst ist der Meinung, dass in allen den beobachteten Fällen in der That nicht eine Theilung (Knospung), sondern vielmehr eine Conjugation vorgelegen habe [3]).

Dieselben Ansichten über den Unterschied von Knospung und Theilung wie Claparède und Lachmann hat Stein schon in seinen ersten Infusorienarbeiten [4]) vertreten. Auch er will keinen fundamentalen Unterschied zwischen beiden Vermehrungsarten errichtet wissen, aber er nimmt gleichwohl bei der ersteren eine Neubildung, bei der letzteren eine Theilung des Kerns an. Stein [5]) hat diese Ansicht bis in die Neuzeit aufrecht erhalten. Mir ist hierbei nur unverständlich, auf welche Thatsachen sich der genannte Forscher

---

[1]) Études II pag. 239 u. 251.
[2]) Études II pag. 266.
[3]) Organismus der Infusionsth. II pag. 101 et seq.
[4]) Infusionsthiere, pag. 28, 90 u. 209.
[5]) Organismus der Infusionsth. II pag. 129.

stützt. Er selbst hatte im ersten Theil seines Werks über den Organismus der Infusorien [1]) angegeben, dass der Knospungsprocess auf die Familien der Vorticellinen, Ophrydinen und Spirochoninen beschränkt sei. In seinen letzten Publicationen hat er aber nachgewiesen, dass das, was man bisher für Knospung gehalten habe, in der That eine knospenförmige Conjugation sei [2]). Es sind somit gerade die Beispiele, auf welche STEIN seine Annahme der Neubildung des Nucleus bei der Knospung gründet, durch seine eigenen Untersuchungen hinfällig geworden. Die übrigen Beispiele von Knospung aber, welche STEIN ausserdem noch bespricht, die Entwicklung der acinetenartigen Schwärmer aus den Embryonalkugeln von Urostylis grandis etc. zeichnen sich gerade durch die gleich von Anfang an nachweisbare Betheiligung des Kernes aus.

Die im Vorhergehenden gegebene Kritik der Berechtigung, mit welcher CLAPARÈDE, LACHMANN und STEIN die Betheiligung des Nucleus bei der Knospenbildung in Abrede stellen, combinirt mit den positiven Resultaten meiner Beobachtungen, sowie mit den Resultaten, zu denen STEIN in Bezug auf die Entstehung der acinetenförmigen Sprösslinge der Infusorien gekommen ist [3]), scheint mir den oben schon ausgesprochenen Satz, dass die Knospenbildung nicht allein unter der Betheiligung des Nucleus verläuft, sondern sogar durch eine Knospung des Nucleus eingeleitet wird, vollkommen sicher zu stellen.

Wenn wir nunmehr den hier in seiner histologischen Bedeutung beurtheilten Fortpflanzungsprocess mit den Vermehrungsweisen der übrigen Acineten vergleichen, so haben wir in zwei Puncten auffällige Verschiedenheiten zu constatiren. Wenn wir zunächst einmal von der bei den Acineten seltenen Vermehrung durch Zweitheilung absehen, so finden wir, dass bei allen echten Acineten die Schwärmer im Inneren des Körpers gebildet werden [4])

---

[1]) Organismus der Infusionsth. I pag. 93.

[2]) Hierbei erwähnt er ausdrücklich die Ophrydinen und Vorticellinen, schweigt freilich bezüglich der Spirochoninen, bei denen aber jedenfalls wohl gleiche Verhältnisse wie bei den übrigen peritrichen Infusorien vorliegen.

[3]) Die »acinetenförmigen Sprösslinge« der Ciliaten entstehen nach STEIN als Knospen der »Embryonalkugeln«. Der Knospungsprocess beginnt hierbei stets mit einer Knospung des Kerns, welcher einen Fortsatz treibt, um den sich der Sprössling anlegt (Organismus der Infusionsth. I pag. 99, 156, 199—202; II pag. 254).

[4]) Die Beobachtung CLAPARÈDE's und LACHMANN's über einen basalen Knospungsprocess bei der Podophrya quadripartita (Études II pag. 117, Taf. VI

und erst im Zustand der Reife durch Contractionen des Mutterthieres aus dem Körper ausgestossen, gleichsam geboren werden. Ferner sollen sie hier nicht wie bei unserer P. gemmipara durch eine gleichmässige Betheiligung von Nucleus und Protoplasma entstehen, sondern es soll der Nucleus allein Antheil am Fortpflanzungsgeschäft haben und durch Abschnürung von Theilstücken rundliche Körper erzeugen, welche durch ein allmäliges Wachsthum und Differenzirung sich in die schon mit Nucleus versehenen Schwärmer umbilden. Wenigstens ist dies noch zur Zeit die allgemein gültige Auffassung, wenn auch schon jetzt Beobachtungen vorliegen, welche, wie wir später sehen werden, diese Auffassung unhaltbar machen.

Von den beiden angeführten Verschiedenheiten des Fortpflanzungsprocesses der Acineten ist die zuletzt erwähnte unbedingt die bedeutungsvollere und eingreifendere und verdient daher hier in erster Linie berücksichtigt zu werden, um so mehr als sie eine Frage von allgemeinerem, histologischem Interesse berührt als die meisten Infusorienforscher anzunehmen scheinen. Denn vorausgesetzt: die Annahme, dass der Nucleus der Acineten für sich allein schon vermag fertige Schwärmer zu bilden, ist richtig, so würden wir, da die Acineten eben sowohl wie ihre Schwärmer nichts sind als Zellen, welche eine selbstständige physiologische Existenz besitzen, eine ganz neue Art der Zellgenese vor uns haben, welche bis jetzt im thierischen und pflanzlichen Gewebe kein Analogon besitzt, die Entstehung einer vollkommenen Zelle aus dem Zellkern. Es ist klar, dass die Sicherstellung eines derartigen Verhältnisses eine ausserordentlich wichtige Weiterung unserer Kenntnisse vom Zellenleben involviren und ganz besonders für die Beurtheilung der Stellung des Nucleus von Einfluss sein würde.

Die Bedeutung der hier angeregten Frage: »Ist der Zellkern allein schon befähigt, aus sich heraus eine vollkommene Zelle zu erzeugen?« ist bisher nur ein einziges Mal von Auerbach in seinen organologischen Studien [1]) gewürdigt worden. Offenbar angeregt durch die aus der Beobachtung einzelliger Organismen gewonnenen An-

Fig. 7) ist vollkommen werthlos, denn einestheils haben die Forscher die Ablösung des Schwärmers nicht beobachtet, anderntheils scheint mir schon die basale Entstehung sowie die Form gegen die Deutung als Sprössling zu sprechen. Auch Stein hat sich in gleicher Weise über die Beobachtung geäussert.

[1]) Auerbach: Organologische Studien, I pag. 169.

schauungen, hat Auerbach durch ein Studium der Lebenserscheinungen des thierischen Zellkerns die Frage ihrer Entscheidung zu nähern gesucht. Wenn es ihm auch nicht gelungen ist, zu sicheren Resultaten zu gelangen, so ist er doch geneigt, eine derartige Vermehrung der Zellen allein aus dem Zellkern anzunehmen und stützt sich hierbei auf die Beobachtungen Anderer an niederen Organismen, sowie auf seine eigenen Beobachtungen über vitale Vorgänge am Nucleolus vieler thierischen Zellen. Die letzteren schienen ihm dafür zu sprechen, dass der Nucleolus selbst schon ein Elementar-Organismus sei, ein Stückchen von selbstständig lebendem Protoplasma, welches zu einer individuellen Existenz befähigt sei. Für diese Auffassung macht er besonders die Contractilität geltend, welche man am Nucleolus nachweisen kann, sowie seine Theilungsfähigkeit. Bei der Aufstellung dieser neuen Art der Zellvermehrung ist sich Auerbach bewusst geblieben, wie viel noch fehle, um dieselbe für eine wissenschaftlich bewiesene Thatsache zu erklären. — Dagegen haben, soweit ich die Literatur kenne, alle Zoologen, welche eine Vermehrung einzelliger Organismen durch eine vom Nucleus ausgehende Embryonenbildung angenommen haben, die Tragweite dieser ihrer Annahme nicht berücksichtigt. Sicherlich würde man sich sonst nicht mit so wenig zuverlässigen Beweisen begnügt haben als diejenigen sind, auf welche man zur Zeit noch die neue Auffassung stützt.

Schon in meiner Arbeit über Mikrogromia socialis [1]) habe ich darzulegen versucht, wie weit die von den Engländern ausgehenden und späterhin auch in Deutschland cultivirten Bestrebungen, den Nucleus der Protozoen als eine Art Keimdrüse zu deuten, noch davon entfernt sind, diese Annahme auch nur wahrscheinlich zu machen, wie dieselbe sich überhaupt nur auf einer grösseren Anzahl zusammenhangsloser Thatsachen aufbaut. An dieser Stelle komme ich noch einmal auf diese Frage zurück, soweit sie die Acinetinen angeht, während ich die Discussion desselben Gegenstandes bei den Ciliaten, bei denen ja der Nucleus so recht eigentlich der Keimstock sein soll, aus Mangel eigener Beobachtungen auf spätere Zeiten vertage.

Die Fortpflanzung durch Embryonen oder im Innern des Körpers sich bildende Schwärmer wurde zum ersten Male durch Stein beobachtet und die Entstehung derselben in seinen ersten Publicationen genauer beschrieben. Demgemäss sollte sich vom Kern

[1]) Arch. f. mikr. Anat. Bd. X Suppl.-Heft pag. 17.

ein Theilstück abschnüren, dieses in seinem Innern einen Nucleus neu bilden und sich mit Wimpern bedecken. Die Stein'schen Angaben wurden, soweit sie die Entstehung des Schwärmers betrafen, von Claparède und Lachmann adoptirt, nur führten dieselben noch weiterhin an, dass nicht in allen Fällen das Theilstück sich direct in den Embryo umbilde, sondern dass dasselbe vielfach nur zum Mutterthier werde, in dem die Embryonen in grösserer Anzahl erzeugt würden[1]). Unter den zahlreichen Beispielen, welche Stein zur weiteren Illustrirung dieser Vermehrungsweise in seinem ersten Werke: »Die Infusionsthiere auf ihre Entwicklung untersucht«, mitgetheilt hat, verdienen einige unsere Berücksichtigung, weil sie die Entstehungsweise in einem ganz anderen Licht erscheinen lassen, als man

---

[1]) Diesen Entwicklungsprocess junger »Embryonen« in »Embryonalkugeln« (Études II pag. 121 Anm. Taf. III Fig. 10) kann man wohl schwerlich als ein Zeugniss für die sexuelle Differenzirung der Acinetinen verwerthen, wie es Stein thut (Organismus der Infusorien II pag. 140). Stein unterscheidet zwei Arten innerer Schwärmer: 1) ungeschlechtlich aus Kernknospen unmittelbar entstandene »Schwärmsprösslinge« und 2) geschlechtlich erzeugte »Embryonen«, welche im Innern von grösseren, durch Theilung des Nucleus entstandenen Embryonalkugeln sich bilden. Diese Hypothese einer sexuellen Differenz der Acinetinen, welche nach Stein die einzige stichhaltige Widerlegung der Acineten-Theorie ist, steht nun auf sehr schwachen Füssen. Denn man kann für sie nur die Analogie der Fortpflanzung der Vorticellen anführen — nach meiner Meinung eine Analogie von sehr zweifelhaftem Werth — und die spärlichen Beobachtungen über Conjugationen von Acineten — ebenfalls ein Beweis, welcher bei der zweifelhaften Bedeutung der Conjugation keine Beweiskraft besitzt (cfr. das von Everts über die Conjugationen von Vorticella nebulifera Gesagte in der Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XXIII). Bei der A. tuberosa habe ich den von Claparède und Lachmann beobachteten Entwicklungsmodus häufiger beobachtet. Hier findet man bei einer grossen Anzahl von Individuen an einer oder an beiden Schalenmündungen noch im Zusammenhang mit dem Mutterthier stehend 1—2 rundliche Körper. Ich habe dieselben mehrfach längere Zeit hindurch beobachtet, aber niemals ihre Weiterentwicklung zu Schwärmern verfolgen können. An Chromsäurematerial in Bonn und Jena fortgesetzte Untersuchungen haben mir ergeben, dass diese Körper nicht als Knospen wie bei der P. gemmipara entstehen, sondern wie bei den meisten Acineten im Innern erzeugt werden. Bei einigen dieser Körper fanden sich im Innern kleinere neben dem Kern gelagerte Kugeln, welche einen eigenen Kern besassen. Ich fand diese letzteren sowohl an »Embryonalkugeln«, welche schon an der Schalenmündung lagen, als an solchen, welche sich noch im Innern befanden. Ich erkläre mir diese Verhältnisse aus einem beschleunigten Fortpflanzungsprocess in der Weise, dass die jungen Organismen, ehe sie noch völlige Reife erlangen, sich weiterhin vermehren. So haben wir auch bei unserer P. gemmipara gesehen, dass nicht selten schon an den Schwärmern sich Kernknospen bilden, die ersten Anfänge eines späteren Fortpflanzungsprocesses. Cfr. weiterhin Engelmann in der Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XI pag. 377.

gewöhnlich annimmt. Bei der Podophrya fixa[1]) nämlich und dem Acinetenzustande des Zoothamnium affine (fälschlich als Acineta tuberosa bezeichnet) lässt Stein zunächst einen knospenartigen am Ende kolbig angeschwollenen Fortsatz vom Kerne aus sich bilden und um diesen sich eine Partie der Körpersubstanz anhäufen. Indem sich die Kernknospe vom Mutterthier abschnürt und das um die Kernknospe angehäufte Protoplasma sich gegen das mütterliche Protoplasma demarkirt, entsteht die Schwärmeranlage. In diesen beiden Fällen haben wir somit eine Entstehung des neuen Organismus nach dem Princip der Zelltheilung (im weitesten Sinne des Wortes), in den übrigen Fällen, deren Richtigkeit vorausgesetzt, eine Zellgenese vom Kern aus. Von unserem Standpunct aus müssten wir somit einen principiellen Unterschied zwischen beiden Vermehrungsweisen annehmen. Stein übersieht diesen Unterschied auch in seinen neuesten Veröffentlichungen. Er betont immer nur, dass die Schwärmerbildung vom Nucleus ausgehe, ob es aber nur der Nucleus ist oder Nucleus und Protoplasma gemeinsam, welche die Schwärmeranlage bilden, scheint ihm unwesentlich zu sein[2]). Es ist daher kein Wunder, dass von den Resultaten der Stein'schen Untersuchungen nur das Eine in die Lehrbücher übergegangen ist, was ja vom genannten Forscher am meisten hervorgehoben wird, dass die Acineten aus Theilstücken des Nucleus Schwärmer erzeugen, während die an der P. fixa und A. Zoothamnii angestellten Beobachtungen nicht zur Geltung gelangen konnten[3]).

In der That glaube ich jetzt schon aus dem in der Literatur vorhandenen Material und eigenen Beobachtungen den Satz sicher begründen zu können, dass bei den Acineten der junge Schwärmer nicht aus dem Nucleus allein entsteht, sondern dass sich auch das mütterliche Protoplasma am Aufbau desselben betheiligt. Ausser den von Stein beschriebenen Fällen ist dieser Entwicklungsgang noch weiterhin von Engelmann und ein anderes Mal von Lieberkuehn nachgewiesen worden.

---

[1]) Infusionsthiere pag. 199 u. 223.

[2]) Organismus der Infusionsth. II pag. 57 u. 139.

[3]) Claus: Grundzüge der Zoologie, pag. 167. ». . . Daneben erzeugen auch manche Infusorien, wie die Acinetinen, aus Theilstücken des Kerns Schwärmsprösslinge«. Ferner Carus und Gerstaecker: Handbuch der Zoologie, pag. 590. Nur Bronn betont die Vermehrung bei P. fixa und P. Zoothamnii als das normale Verhalten. Classen und Ordnungen d. Thierreichs I pag. 111.

Engelmann [1]) beobachtete die Acineta Opercularlae, A. quadripartita, A. astaci und A. Infusionum (nach dem System von Claparède und Lachmann lauter Podophryen). Aus dem Körnerreichthum der Schwärmer schloss er, dass dieselben nicht aus dem Kern allein hervorgehen können, dass vielmehr wahrscheinlich nur der Kern vom mütterlichen Nucleus abstamme, die übrige Körpersubstanz dagegen aus dem Inhalt des Mutterthieres. Bei der P. quadripartita konnte Engelmann auch den so erschlossenen Knospungsprocess in einem Falle in der von Stein zuerst beschriebenen Weise beobachten. — Weiterhin hat Lieberkuehn [2]) bei einer nicht näher benannten Acinete der Fischkiemen die Knospung vom Kern aus in gleicher Weise beobachtet. Wenn Lieberkuehn den Vorgang anders deutet als Stein und Engelmann und den ganzen Körper des Schwärmsprösslings aus einer Kernknospe entstehen lässt, so muss ich sagen, dass diese Auffassung mir bei der von ihm gegebenen Darstellung vollständig unverständlich ist.

Endlich habe ich selbst die Knospung des Kerns bei der Acineta cucullus (Clap. u. Lachm.) verfolgen können. Ausser Exemplaren, bei denen eine grössere Anzahl schon vollkommen abgeschnürter mit Kernen versehener Kugeln neben dem etwas verlängerten Kern lagerten, fand ich andere, bei denen der Kern des jungen Organismus noch durch einen halsartig verschmälerten Fortsatz mit dem mütterlichen Kern zusammenhing, oder mit andern Worten: vom Nucleus ging ein seitlicher knospenförmiger Fortsatz aus, um dessen Endanschwellung sich eine Protoplasmakugel abgeschnürt hatte (Taf. II Fig. 12 u. 13).

Es muss nun im höchsten Grade unwahrscheinlich erscheinen, dass bei einander nahe stehenden Formen ein gleichwerthiger Fortpflanzungsprocess auf zwei ganz differente Weisen zu Stande kommen sollte. Viel näher liegt es anzunehmen, dass in den Fällen, in denen ein Theilstück des Nucleus nach den Angaben der Beobachter zu einem Schwärmer sich weiter bilden soll, ein Beobachtungsfehler vorliegt, oder richtiger gesagt, dass in diesen Fällen das wichtige Stadium der Kernknospung nicht beobachtet wurde. So glaube ich es rechtfertigen zu können, wenn ich es oben als einen für die Acineten allgemein giltigen Satz aufstellte, dass die Vermehrung

---

[1]) Engelmann: Zur Naturgeschichte der Infusorien. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XI pag. 376.

[2]) Ueber Protozoen. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. VIII pag. 307.

rein nach dem Princip der Zellentheilung verläuft, d. h. aus dem Kern des Mutterthieres nur der Kern des Jungen, ebenso aus dem Protoplasma des ersteren das Protoplasma des letzteren abstamme.

Durch diese Fassung des Verlaufs der Fortpflanzung durch innere Schwärmer wird die Entwicklung von Knospensprösslingen der Podophrya gemmipara derselben beträchtlich genähert. Der Unterschied besteht jetzt nur noch darin, dass in dem einen Fall ein central gelegener Theil des Protoplasma, im andern dagegen ein Theil der Oberfläche zum Aufbau des Schwärmers verwandt wird. Das Verhalten des Kernes ist beidesmal dasselbe. Beidesmal ist es ein neu sich bildender, aus dem Nucleus hervorsprossender Fortsatz, welcher zum Kern des jungen Thieres wird. Da nun der Schwerpunct bei den Veränderungen, welche die Fortpflanzung vermitteln, ganz wie bei der Zellentheilung auf die Veränderungen des Nucleus gelegt werden muss, glaube ich gegenüber dem differenten Verhalten des Protoplasma die Uebereinstimmung der Kernveränderungen besonders hervorheben zu müssen und trage kein Bedenken, beide Arten der Fortpflanzung für einander gleichwerthig zu halten. Man kann sich dann die eine aus der andern in der Art entstanden denken, dass ein anfänglich oberflächlich entstehender Knospensprössling immer tiefer in das Mutterthier eingesenkt wurde, bis er endlich ganz im Innern desselben entstand.

Für die Richtigkeit dieser Auffassung kann ich verschiedene Gründe beibringen, zunächst, dass auch bei der Podophrya gemmipara die Knospe nicht rein auf der Oberfläche entsteht, sondern dass die Basis derselben, wie schon früher erwähnt, gleichsam aus dem Innern herausgeschält wird. Weiterhin wird die Annahme durch die Beobachtungen gestützt, welche Stein über die Knospung der Embryonen aus dem Körper der Embryonalkugeln der Infusorien gemacht hat. Fast möchte ich sagen, dass wir hier unter unsern Augen die Knospung sich in die endogene Zellbildung umwandeln sehen. Während bei den meisten Infusorien die Embryonen entweder durch Theilung [1] der Embryonalkugeln oder als Knospen [2] auf ihrer Oberfläche ganz wie bei der Podophrya gemmipara entstehen, bilden sie sich bei Stentor Roeselii [3] anfänglich als Kugeln im Innern des Körpers, allseitig umhüllt vom Protoplasma, um einen Kospenzapfen

---

[1] Organismus der Infusorien, I pag. 99. u. 157.

[2] l. c. I pag. 200.

[3] l. c. II pag. 254. Taf. VIII Fig. 7.

des mütterlichen Kerns. Erst im Laufe der Entwicklung gelangen sie an die Oberfläche und gewinnen den Anschein, als seien sie ganz wie die Embryonen der übrigen Infusorien als Knospen der Oberfläche entstanden. Wir haben somit ein vollkommenes Bindeglied zwischen den rein als Knospen und den rein endogen entstehenden Schwärmern.

Im Obigen habe ich die Knospung als das Primäre hingestellt, aus der die endogene Schwärmerentwicklung wahrscheinlich secundär hervorgegangen ist. Zu dieser Auffassung werde ich dadurch bestimmt, dass die Knospung durch zahlreiche Uebergangsformen mit der Zweitheilung verbunden ist, dass beide Vermehrungsarten »nur zwei Variationen ein und desselben Vorgangs der spontanen Theilung sind«. (Clap. et Lachm.) Offenbar aber ist die einfache Zweitheilung die ursprünglichste von allen Formen der Zellvermehrung.

Indem wir in der angedeuteten Weise die endogene Bildung von Schwärmsprösslingen durch Vermittlung der Knospung auf die einfache Zweitheilung zurückführen, gewinnen wir weitere Beweise für die Auffassung, dass die Acineten einzellige Organismen sind und ihre Vermehrung nach dem Princip der Zelltheilung erfolgt.

2. Ueber die systematische Stellung der Acineten.

Seitdem Stein seine lang vertheidigte Acinetentheorie, welche die Acineten nicht als selbstständige Organismen, sondern nur als Entwicklungszustände von Ciliaten-Infusorien gelten liess, zurückgezogen hat, ist die systematische Stellung der Acineten nur vorübergehend von Gegenbaur und Haeckel besprochen worden. Alle übrigen Forscher, welche sich mit den Acineten beschäftigten, haben sich begnügt, ihre Verwandtschaft mit den Ciliaten zu betonen, ohne sich indessen über das Verhältniss, in dem sie zu denselben ständen, näher auszusprechen. Man führte sie meist wie ein Appendix im Anschluss an die 4 Ordnungen der Holotricha, Heterotricha, Hypotricha und Peritricha als fünfte Ordnung der Suctoria auf.

Die systematische Zusammengehörigkeit der Acineten und Ciliaten, deren halben wir beide Classen zum Stamm der Infusorien vereinigen müssen, ist nun allerdings eine unbezweifelbare Thatsache, da dieselben mit einander ausserordentlich wichtige Merkmale theilen, welche anderen einzelligen Organismen fehlen. — So ist zunächst die Form des Kerns eine eigenthümliche, auf die Infusorien beschränkte. Während der Kern bei den Rhizopoden, Flagellaten, Gregarinen,

Diatomeen etc. eine Blase bildet, welche eine aus einer graubläulichen Substanz bestehende Membran besitzt und in ihrem Innern ein oder mehrere Körperchen von gleicher Lichtbrechung als Nucleoli birgt, ist der Nucleus der Infusorien mit wenigen Ausnahmen eine gleichmässige, homogene Masse, die man sich wohl in der Art entstanden denken muss, dass der Binnenraum des Bläschens von der Substanz, welche sich sonst in Kernkörper und Kernmembran differenzirt, vollkommen gleichmässig erfüllt ist. Das zarte Häutchen, welches die meisten Forscher (Balbiani, Stein, Claparède u. A.) noch an ihm beschreiben, würde nach dieser Auffassung nicht der Kernmembran des Rhizopoden-Nucleus entsprechen können, vielmehr müsste man sein Aequivalent, vorausgesetzt, dass es überhaupt existirt, ausserhalb der Kernmembran als ein weiteres, besonderes Structurelement des Kerns suchen.

Weiterhin theilen die Acineten und Ciliaten mit einander eine eigenthümliche Art der Fortpflanzung, welche noch bei keinem anderen Protisten hat beobachtet werden können. Bei beiden Classen entwickeln sich die Fortpflanzungsproducte im Innern der Körper als endogen entstehende Schwärmer, und tritt dem gegenüber die sonst so verbreitete Vermehrung durch Theilung ganz in den Hintergrund.

Endlich findet sich in beiden Classen eine gleiche Art der Bewimperung. Dieselbe ist bei den Ciliaten zeitlebens vorhanden, bei den Acineten nur während der Entwicklung und unterscheidet sich durch die Mannigfaltigkeit ihrer Anordnung von dem einfachen Wimperreif der Cilioflagellaten. Es lassen sich nämlich, mit Ausnahme der heterotrichen, alle die verschiedenen Formen der Bewimperung, wie sie bei den Ciliaten bekannt sind und hier dem System zu Grunde liegen, auch bei den Schwärmern der Acineten nachweisen. So zeigen holotriche Bewimperung die Schwärmer der Podophrya cothurnata, P. Trold u. a., hypotrich sind die Schwärmer unserer Podophrya gemmipara und P. Carchesii, peritrich endlich die spitzkugelförmigen Embryonen der meisten übrigen Acineten.

Während somit die Zusammengehörigkeit von Acineten und Ciliaten leicht erwiesen werden kann, so ist doch die Frage, in welcher Weise wir uns diesen Zusammenhang vorstellen sollen, schwierig zu beantworten. Hierbei sind drei Möglichkeiten vorhanden, von denen mir zwei zur Zeit noch gleiche Berechtigung zu besitzen scheinen. Entweder sind die Acineten die ursprünglichen Formen, aus denen die Ciliaten phylogenetisch entstanden sind, oder die Acineten leiten

sich von den Ciliaten ab, oder endlich Ciliaten und Acineten sind Nachkommen einer gemeinsamen die Mitte beider Organisationen einhaltenden Urform, von der aus sich beide Classen nach divergenten Richtungen hin entwickelt haben.

Die erste der drei Möglichkeiten, welche GEGENBAUR [1] in seiner vergleichenden Anatomie vertritt, hat am wenigsten Wahrscheinlichkeit für sich. Sie würde sich nicht mit den Resultaten vereinbaren lassen, welche ich aus der Untersuchung der Podophrya gemmipara gewonnen habe. GEGENBAUR basirt seine Ansicht auf der Annahme, dass »die Tentakeln und Wimperhaare als verschiedene aber in einander übergehende Bildungen« anzusehen sind und dass erstere als »niedere Zustände« »pseudopodienartige Fortsätze« betrachtet werden müssen. Allein diese Annahme stimmt nicht mit dem zusammengesetzten Bau und der relativ hohen histiologischen Differenzirung überein, welche CLAPARÈDE, ZENKER und ich für die Acinetententakeln nachgewiesen haben. Wie wir gesehen haben, besitzen dieselben mit den Pseudopodien ausser der Aehnlichkeit der äussern Form nichts gemeinsam, und müssen daher die Anknüpfungspuncte, welche die Infusorien mit den Sarkodeorganismen verbinden, auf einer ganz anderen Seite gesucht werden. Dieselben sind uns denn in der That auch durch die Beobachtungen HAECKEL's [2] gegeben, welche die Wimperbewegung ebenso wie die Geisselbewegung uns als eine Modification der Protoplasmabewegung erkennen lassen. Die Beobachtungen HAECKEL's scheinen mir so beweiskräftig, dass ich nicht einsehe, warum wir nach einem anderen Bindegliede zwischen den niederen Organismen und den Infusorien suchen sollten, als uns durch die Verwandtschaft der amoeboiden und der Wimperbewegung geboten ist.

Nach diesen Erwägungen scheint es mir jetzt schon festzustehen,

---

[1] GEGENBAUR: Grundzüge der vergl. Anatomie p. 93.

[2] HAECKEL: Die Identität der Flimmerbewegung und amoeboiden Bewegung. In den »Studien über Moneren und andere Protisten« p. 127. Vergl. ferner meine Arbeit über Mikrogromia socialis. Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. X. Supplementheft pag. 24. Zugleich nehme ich Gelegenheit hier einen Irrthum zu berichtigen, welcher das dort gegebene Citat der Arbeit ENGELMANN's »Ueber die Flimmerbewegung« betrifft (Jenaische Zeitschrift Bd. IV). In dieser Arbeit spricht sich ENGELMANN nicht entschieden für die Identität der Flimmerbewegung und Protoplasmabewegung aus, sondern macht den sicheren Entscheid dieser Frage von einem genaueren Studium der letzteren abhängig, dagegen erklärt er sich direct gegen die zweite ausserdem noch aufgestellte Deutung der Wimperbewegung, welche dieselbe in eine Kategorie mit der Muskelbewegung stellt.

dass als gemeinsame Stammform der Ciliaten und Acineten ein holotrich bewimperter Organismus angesehen werden muss. Von demselben leiten sich die ausgebildeten Ciliaten theils durch eine Reduction, theils durch eine Differenzirung des Wimperkleides in Griffel, Borsten etc. ab, während bei den Acineten nur die im Laufe der Entwicklung auftretenden Schwärmer, bei denen ebenfalls meist eine Reduction der Bewimperung eingetreten ist, noch an die ursprüngliche Form erinnern. Ob die Tentakeln der ausgebildeten Acineten aus einer Differenzirung der Wimpern sich ableiten lassen, oder ob sie als neuentstandene Differenzirungsproducte des Protoplasma betrachtet werden müssen, lasse ich dahin gestellt.

Es frägt sich nunmehr, welchen Grad der Entwicklung die Stammform erreicht hatte, als die Trennung in zwei divergente Zweige eintrat. Wir haben hier die beiden noch übrig bleibenden der im Obigen als möglich hingestellten Fälle in Erwägung zu ziehen. Entweder besass die Stammform eine Organisation, welche Charactere beider Classen verband, oder sie näherte sich einseitig dem typischen Bau unserer jetzigen Ciliaten. Das erste Verhalten würde kurz als die Abstammung beider Classen aus einer gemeinsamen Mittelform, das zweite als eine Abstammung der Acineten von den Ciliaten bezeichnet werden müssen. — Wenn nun auch unsere Beobachtungen, namentlich was die Entwicklung der Ciliaten anlangt, zu lückenhaft sind, als dass wir jetzt schon zu feststehenden Anschauungen kommen könnten, so will ich gleichwohl kurz die Thatsachen beleuchten, welche hier in Betracht gezogen werden müssen.

Die Ansicht, dass Ciliaten und Acineten einer gemeinsamen indifferenten Mittelform entstammen, welche ausser dem Wimperkleid noch Tentakeln besessen hat und aus der sich die Classe der Acineten durch Rückbildung der Bewimperung, die Classe der Ciliaten durch Rückbildung der Tentakeln differenzirte, ist von Haeckel [1], aufgestellt worden. Haeckel's Auffassung stützt sich auf die Beobachtungen von Stein, Cohen, Engelmann u. A., dass in dem Entwicklungskreis der Ciliaten Sprösslinge auftreten, welche sich durch den Besitz von Tentakeln vom Mutterthier unterscheiden und so auf eine mit Tentakeln versehene Urform zurückweisen. Die Folgerungen Haeckel's sind vollkommen richtig und seine Annahme würde allein Anspruch auf Geltung haben, wenn die Richtigkeit der Beobachtungen, auf die sie sich als Beweis beruft, ausser allem Zweifel stände.

[1] Generelle Morphologie II pag. LXXVIII.

Allein letzteres ist keineswegs der Fall. Keiner der genannten Forscher hat mit Sicherheit die sogenannten acinetenförmigen Schwärmsprösslinge der Ciliaten sich aus Theilen des Mutterthiers entwickeln sehen oder ihre Umwandlung in einen mit dem Mutterthier übereinstimmenden Organismus verfolgt. So lange dies nicht geschehen ist, hat die entgegenstehende Annahme, dass die »acinetenförmigen Schwärmer« echte parasitische Acineten sind, gleiche Berechtigung, um so mehr als die Angaben über die Fortpflanzung noch nicht mit einander in Einklang zu bringen sind. So schildern Stein [1]) und Eberhard [2]), welche beide die Fortpflanzung der Bursaria truncatella studirt haben, die Embryonen vollkommen verschieden. Ebenso wenig ist eine Einigung in Betreff des Verhaltens des Nucleus erzielt, welcher bald neben den Embryonalkugeln vorhanden gewesen, bald gefehlt haben soll. Ueberdies gibt Balbiani [3]) an, das Eindringen der Gebilde, welche er für Parasiten hält, beobachtet zu haben und führt ferner zur Widerlegung der Stein'schen Ansichten an, dass, wenn man mit »Embryonalkugeln« beladene Infusorien zu anderen Infusorien setze, welche keine Veränderungen im Innern erkennen liessen, letztere binnen Kurzem sich ebenfalls, und zwar ohne Unterschied der Art, mit »Embryonalkugeln« füllten. Diese Beobachtung lässt sich nur gezwungen durch die Annahme eines Fortpflanzungsmodus erklären, würde dagegen sehr gut mit der Annahme einer Infection der Infusorien durch Parasiten übereinstimmen. — Jedenfalls halte ich es zur Zeit für gerathen, die Fortpflanzung durch acinetenförmige Schwärmsprösslinge und somit auch die Folgerungen, welche man aus derselben für die Phylogenie der Infusorien ziehen könnte, als unerwiesen anzusehen, bis es geglückt ist, durch eine genaue Beobachtung der Entstehung und Verwandlung der fraglichen Körper den directen Beweis zu führen.

Wir kommen jetzt zur Besprechung der letzten noch übrig bleibenden Möglichkeit, dass die Acineten aus entwickelten Ciliatenformen entstanden sind. Die Annahme einer derartigen Entwicklung würde voraussetzen, dass die Acineten in Anpassung an eine veränderte Lebensweise, vor Allem an eine durch die Entwicklung von

---

[1]) Stein: Organismus der Infusionsthiere II p. 306.

[2]) Eberhard: Beiträge zur Lehre von der geschlechtlichen Fortpflanzung der Infusorien. Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. XVIII p. 120.

[3]) Balbiani: Sur un cas de parasitisme improprement pris pour une mode de reproduction des Infusoires ciliés. Comptes rendus de l'Académie des sciences 1860. T. LI p. 319.

Tentakeln veränderte Ernährung die Bewimperung und einen ursprünglich vorhandenen Mund und After (Cytostom und Cytopyge) verloren hätten[1]). Einige Thatsachen sind, wie ich im Folgenden zeigen werde, geeignet, diese Annahmen zu stützen.

Bei der Podophrya gemmipara beobachtete ich, dass sich eine röhrige Einstülpung in einer ganz bestimmten Lagerung bei allen Schwärmern entwickelt. Es gleicht diese Bildung vollkommen dem Cytostom der Ciliaten und ist wie dieses mit Wimpern versehen und von einer Fortsetzung der Skeletmembran ausgekleidet. Demgemäss kann man daran denken, dass sich wie in so vielen Fällen so auch hier in der Form des Entwicklungszustandes Anklänge an früher bestandene, beim ausgebildeten Thiere rückgebildete Organisationsverhältnisse erhalten haben, dass der bewimperte, mit einem Cytostom versehene Schwärmer die ontogenetische Recapitulation eines mit einem echten ciliaten Infusorium übereinstimmenden Stadium ist, welches phylogenetisch einmal von der ganzen Acinetenclasse durchlaufen wurde. Indessen bin ich weit davon entfernt an eine derartige noch vereinzelte Thatsache weittragende Folgerungen zu knüpfen und will hier nur kurz auf einige Beobachtungen hinweisen, die ich in der Literatur nachweisen konnte und die sich vielleicht ebenfalls im angedeuteten Sinne verwerthen lassen.

Bei Bursaria truncatella beobachtete Eberhard[2]) »acinetenförmige Schwärmsprösslinge«, welche entweder aus dem Körper der Bursaria spontan heraustraten oder durch einen Zerfall desselben frei wurden. (Letzteres spricht sehr für die Annahme, dass hier Parasiten vorgelegen haben.) Dieselben entwickelten anfänglich Tentakeln, im Verlauf überzogen sie sich mit einem Wimperkleid, streckten sich in die Länge, und nahmen »die Gestalt eines plattgedrückten Weizenkorns an, der selbst die Furche nicht fehlte«. Am vordern

---

[1]) Gestützt auf die schon oben besprochene Uebereinstimmung, welche zwischen der Bewimperung der einzelnen Acinetenschwärmer und der Bewimperung der Ordnungen der Ciliaten besteht, könnte man an die weitere Möglichkeit denken, dass die Acineten je nach dem Bau der einzelnen Schwärmer aus den verschiedenen Ordnungen der Ciliaten sich entwickelt hätten, z. B. Acineten mit peritrichen Schwärmern aus peritrichen Ciliaten. Indessen scheint es mir doch zu naheliegend anzunehmen, dass die Reduction einer holotrichen Bewimperung mehrfach in ähnlicher Weise stattgefunden hat, und zu unwahrscheinlich, dass die eigenthümlich gestalteten Organe der Tentakeln sich zu wiederholten Malen und unabhängig entwickelt haben sollten, als dass es eines näheren Eingehens auf eine derartige Möglichkeit bedürfte.

[2]) l. c. p. 120.

Ende der Längsfurche entwickelte sich ein Mund. — Das somit entstandene »Infusorium« stimmt auffallend mit einem Podophryaschwärmer, wie ich ihn geschildert habe, überein, ist dagegen nicht mit der Bursaria truncatella identisch, wie ich aus der Schilderung entnehme und wie es ferner aus der Angabe Eberhard's ersichtlich ist, dass er diese weizenkornförmigen Infusorien anfänglich für selbstständige Formen gehalten hat. Eben so wenig wie die Umwandlung in die Bursaria hat Eberhard die Entwicklung der Schwärmer aus der Bursaria verfolgt. Denn die Beobachtung, dass bei den mit Embryonalkugeln beladenen Formen ein Kern fehlte oder im Zerfall begriffen war, lässt ebenso gut die Deutung zu, dass die Parasiten ihn zerstört hatten, als dass er zur Bildung von Embryonalkugeln aufgebraucht worden war. Wie bei allen den schon besprochenen Beobachtungen über die Fortpflanzung der Ciliaten durch acinetenförmige Schwärmer, so besitzen auch hier die beiden vorhandenen Möglichkeiten, dass in Wirklichkeit eine Fortpflanzung vorliegt, oder dass wir es mit einem Parasitismus von Acineten zu thun haben, gleich viel Wahrscheinlichkeit. Wir müssen somit im Auge behalten, dass vielleicht die von Eberhard ohne Weiteres als ciliate Infusorien in Anspruch genommenen Formen weiter nichts sind als Acinetenschwärmer, bei denen sich das Cytóstom als rudimentäres Organ erhalten hat [1]).

Ferner lässt sich vielleicht das eigenthümliche Infusor, welches Stein als Actinobolus radians beschrieben hat, als ein mit einem Cytostom versehener Acinetenschwärmer auffassen. Ich gebe hier die Schilderung, welche Stein von diesem für die Genealogie der Infusorien jedenfalls sehr interessanten Organismus gibt, wortgetreu wieder, indem ich es dem Leser überlasse, sich über die Zulässigkeit

[1]) Dieser Annahme widerspricht keineswegs, wie man mir einwerfen könnte, der Umstand, dass sich im vorliegenden Falle die Bewimperung an Formen entwickelte, welche nicht in der Fortpflanzung begriffen waren. Die Bewimperung scheint häufig nur die Bedeutung zu besitzen, dass sie der Acinete den Ortswechsel ermöglicht. Eine schon einen ganzen Tag lang unter dem Deckglas beobachtete Podophrya fixa überzog sich unter meinen Augen mit einem lebhaft wie ein Kornfeld wogenden Wimperüberzug. Hierbei nahm sie eine langgestrekte abgeplattete Gestalt an und schwärmte hinweg, nachdem sie ihre Tentakeln eingezogen hatte. Nach mehrstündigem Herumschwärmen kehrte sie zur alten Form zurück. Hier war somit ein vorübergehender Schwärmerzustand eingetreten, ohne dass, wie sonst es von Carter und Cienkowski beobachtet wurde, eine Theilung vorangegangen war. (Carter: Annals and Magazin of nat. hist. III Vol. VIII p. 288 u. Vol. XV p. 287. Cienkowski: Bulletins de l'Académie imp. de St. Pétersbourg. Vol. XVI p. 299.)

meiner Annahme ein selbstständiges Urtheil zu bilden. »Der Körper des Actinobolus ist fast kugelförmig oder umgekehrt eiförmig, am vorderen Pole mit einem kurzen zitzenförmigen Fortsatz versehen, in dem die enge Mundöffnung liegt, und ringsum mit gleichförmigen kurzen Wimpern besetzt. Zwischen den Wimpern stehen zahlreiche fadenförmige Tentakeln zerstreut, die sich wie die Tentakeln der Acinetinen beträchtlich verlängern und auch spurlos in den Körper zurückziehen können. Der After und ein grosser contractiler Behälter liegen am hintern Körperpole. Der ziemlich lange strangförmige Nucleus ist unregelmässig zusammengekrümmt. Die Gegenwart von Mund und After schliesst unser Thier entschieden von den Acinetinen aus, denen es auf den ersten Blick sehr ähnlich erscheint«[1]. Stein rechnet den Actinobolus zu den holotrichen Infusorien; da er dieselben noch nicht besprochen hat, fehlt zur Zeit leider noch eine Abbildung und genauere Schilderung. Namentlich würden Angaben über die Nahrungsaufnahme von Interesse sein, da nur durch die Beobachtung der letzteren mit Sicherheit erkannt werden könnte, welcher Theil der Organisation in Rückbildung begriffen ist, die Tentakeln oder das Cytostom?

Eine dritte Beobachtung endlich, der vielleicht ein mit einem Cytostom versehener Acinetenschwärmer zu Grunde liegt, wurde ebenfalls von Stein angestellt und betrifft den Schwärmer des Dendrocometes paradoxus[2]. Bei demselben spricht Stein von einem knieförmigen Spalt, welcher »keine in das Körperinnere führende Oeffnung bilden«, sondern »dadurch entstehen soll, dass die Körperhaut sich stark nach Innen einfaltet und eine viel zartere Beschaffenheit annimmt«. Auch hier fällt es auf, dass das Gebilde eine constante Lagerung besitzt, indem es stets am vordern Ende und auf der ventralen Fläche sich vorfindet und hierin mit der röhrenförmigen Einstülpung des Schwärmers der Podophrya gemmipara übereinstimmt.

Ich habe im Vorhergehenden die Frage, welche bei mir durch die an der Podophrya gemmipara angestellten Beobachtungen angeregt worden war, ob nämlich bei den Schwärmern der Acineten ein Cytostom als rudimentäres Organ zur Entwicklung kommt oder nicht,

---

[1]) Stein: Der Organismus der Infusionsthiere II p. 169 Anmerkung.

[2]) Stein: Die Infusionsthiere auf ihre Entwicklung untersucht p. 215. Vergleiche ferner Stein: Neue Beiträge etc. (Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. III p. 477 u. 495), sowie die Schilderung und Abbildung, welche Claparède und Lachmann vom Schwärmer der Podophrya Trold geben (Études II, p. 129. Taf. IV, Fig. 5. »Les embryons étaient tous deux repliés de manière à présenter une sorte de canal ou gorge«).

ausführlicher besprochen. Mein Zweck hierbei war, darauf hinzuweisen, wie ein sorgfältigeres Studium der so vielgestaltigen Acinetenschwärmer vielleicht geeignet wäre, über manche Puncte in der Genealogie der Infusorien Aufschluss zu verschaffen.

Aus der gegebenen Zusammenstellung der für die Stammesgeschichte der Infusorien wichtigen Beobachtungen ist ersichtlich, dass zur Zeit eine definitive Ansicht noch nicht möglich ist. Zwar steht es fest, dass als gemeinsame Urform der Acineten und Infusorien ein einzelliger Organismus, welcher mit einem continuirlichen Wimperkleid versehen war, angesehen werden muss, ob derselbe jedoch ausserdem noch ein Cytostom besessen haben mag und sich somit als ein echtes ciliates Infusor darstellte, oder ob er mit Tentakeln versehen, eine Zwischenform zwischen Ciliaten und Acineten gebildet hat, lässt sich noch nicht mit genügender Sicherheit entscheiden. Immerhin haben die zahlreichen Untersuchungen der Neuzeit die interessante Frage der Lösung beträchtlich genähert, in so fern sie eine klare Fragestellung ermöglichten und die Puncte dargelegt haben, von denen eine auf eine Klärung der Phylogenie der Infusorien zielende Untersuchung ausgehen muss.

Tafelerklärung.

Tafel I.

Figuren 1—5 und Fig. 11 bei Zeiss *F Oc.* 1; Figur 6 *A—D* bei *F Oc.* 2; Figuren 7—10 und 12 bei *F Oc.* 3.

Für alle Figuren giltige Bezeichnungen: *m* Skeletmembran; *n* Nucleus; *o* wimpernde röhrenförmige Einstülpung (vielleicht dem Cytostom der Infusorien homolog); *st* Anlage des Stiels; *s* Saugröhren; *v* Vacuolen; *x* Fangfäden.

Figur 1. Eine Podophrya gemmipara mit ausgestreckten Saugröhren und Fangfäden. *f* Faltungen der Skeletmembran.

Figur 2. Besonders grosses Exemplar mit 8 in der Bildung begriffenen Schwärmern.

Figur 3. Exemplar mit einem in Ablösung begriffenen Schwärmer. Man sieht die in die Tiefe dringende Abschnürungsfurche und das Cytostom (?).

Figur 4. Erste Anlage eines Schwärmers.

Figur 5. Cyste mit unvollkommen eingezogenen Tentakeln.

Figur 6. Entwicklung eines abgelösten Schwärmers. *A* Schwärmer in rein seitlicher, *B* in rein dorsaler, *C* in halb seitlicher Ansicht. In allen 3 Figuren die Einstülpung *o* (Cytostom?) erkennbar, welche im vordern Theil mit Wimpern ausgekleidet, im hintern, durch eine Einschnürung abgesetzten Theile wimperlos ist. *D—F* seitliche Ansichten, welche die erste Anlage des Stiels (*st*) und das Verstreichen des Cytostoms zeigen. Zahlreiche Vacuolen haben sich im Innern entwickelt. *F* bleibende Podophryenform.

Figur 7. Stiel der Podophrya gemmipara. *A* ein Stück des sich mit dem Körper verbindenden Theils, welches Quer- und Längsstreifung zeigt. *B* ein Stück aus der Mitte. *C* Basis des Stiels, welche die Zerfaserung der inneren homogenen Substanz erkennen lässt.

Figur 8. Fangfäden einer lebenden Podophrya gemmipara. *a* im ausgestreckten Zustand; *b* bei beginnender Verkürzung; *d* und *c* stark verkürzt; *e* geknickte und varicöse Fangfäden.

Figur 9. Stück der auf dem optischen Querschnitt gesehenen Körperoberfläche einer mit dünner Chromsäure behandelten Podophrye. Man erkennt die von der Skeletmembran gebildeten, blasigen Erhebungen, sowie die Skeletscheiden der Tentakeln und deren Verlängerungen in's Innere.

Figur 10. Dasselbe nach Behandlung mit Eisessig.

Figur 11. Rest einer durch Bildung zahlreicher Knospen reducirten Podophrye.

Figur 12. Fangfäden und Saugröhren mit der Nahrungsaufnahme beschäftigt. *f* Nahrungsballen; *s* Saugröhren, welche den Inhalt der Nahrungsballen aussaugen; *x* Fangfäden, welche die Nahrung aufgefangen haben und dieselbe nun mehr fixiren.

Tafel II.

Figuren 1—10 bei *F Oc.* 1 gezeichnet. Figur 11 bei *F Oc.* 3. Figuren 12, 13, 15 bei *F Oc.* 2. Fig. 14 bei *COc.* 2. Alle nach Chromsäurepräparaten gezeichnet und mit Carmin tingirt.

Figur 1. Junge Podophrye mit einem einfachen hufeisenförmigen Nucleus.

Figur 2. Junge Podophrye, von deren Nucleus sich die ersten seitlichen Knospen erheben.

Figur 3. Junge Podophrye mit gewundenem, am Ende beiderseits gabelig getheilten Nucleus.

Figur 4. Grosses Exemplar, dessen Nucleus zahlreiche und mannigfach verästelte Knospen getrieben hat.

Figur 5. Podophrye mit 4 jungen Knospen, in welche der Kern anfängt seine Fortsätze zu treiben.

Figur 6. Exemplar mit 2 Knospen, in die der Nucleus schon eingedrungen ist.

Figur 7 und 8. Exemplare mit nahezu reifen Knospen, in denen der Nucleus seine Hufeisenform schon angenommen hat und nur noch durch einen dünnen Verbindungsfaden mit dem mütterlichen Nucleus zusammenhängt.

Figur 9. Exemplar mit compactem Nucleus, der dicke Fortsätze in die Knospen treibt.

Figur 10. Schwärmer, von denen der eine noch am mütterlichen Stiel festsitzt, der andere sich schon abgelöst hat. Der Kern von *A* mit zwei seitlichen Knospen versehen, von *B* in Theilstücke zerfallen. *m* Skeletmembran. *st* Stielanlage.

Figur 11. Skeletmembran der Podophrye durch Chromsäure isolirt. *A* Flächenbild; *B* optischer Querschnitt.

Figur 12—13. Verschiedene Stadien der Embryonenbildung von Acineta cucullus, welche die Knospung vom Kern aus erkennen lassen.

Figur 14. Zelle mit verästeltem Nucleus aus den Malpighi'schen Gefässen einer Sphingidenraupe.

Figur 15. Acineta poculum mit in das Innere eindringenden und hinter dem Kern sich verflechtenden Tentakeln.

Ueber die Entwicklung der Wirbelsäule und das Centrale carpi des Menschen.

Von

Dr. Emil Rosenberg,

zweitem Prosector am anatomischen Institut der Universität Dorpat.

(Hierzu Taf. III, IV u. V.)

Der weitreichende Einfluss, den die Descendenztheorie übt, hat den einzelnen Disciplinen der Morphologie präcise und auf ein einheitliches Ziel gerichtete Aufgaben gestellt, an deren Lösung diese Wissenschaft arbeitet. Unter den morphologischen Disciplinen hat sich die Anatomie des Menschen weniger als andere diesem Einfluss zugängig gezeigt. Dieser verlangt es, dass die Aufgaben dieser Disciplin nicht, was noch nicht allgemein aufgegeben, in einem Sinne aufgefasst würden, der dieselbe von dem synthetischen Verfahren der vergleichenden Anatomie ausschliesst, und fordert es, dass auch die Anatomie des Menschen den genealogischen Gesichtspunct als den für die Untersuchung ihres Objects massgebenden anerkenne und sich die Aufgabe stelle, die Organisation des Menschen aus ihrem Zusammenhange mit der der übrigen Organismen verstehen zu lernen. Diese Aufgabe dürfte kaum anders zu lösen sein, als wenn sie in Einzelaufgaben getrennt wird und der Versuch gemacht wird, in Betreff eines jeden einzelnen Organisationsverhältnisses die Frage zu lösen, wie dasselbe auf dem Wege genealogischer Entwicklung entstanden gedacht und als ein Resultat der Wandlungen aufgefasst werden kann, welche die homologen Theile in der Formenreihe erfahren haben, die in Betreff des Menschen vorauszusetzen ist. Die hierbei einzuhaltende Methode der Untersuchung ist von der Mor-

phologie gegeben und besteht in der Vergleichung der homologen Theile, wobei als nächste Vergleichsobjecte die homologen Bestandtheile derjenigen Formen dienen müssen, die von der Systematik als die Angehörigen derselben Ordnung bezeichnet werden, und in weiterer Instanz diejenigen Gruppen in Betracht zu kommen haben, für welche die relativ am wenigsten entfernten genealogischen Beziehungen behauptet werden dürfen. Wird hierbei die Abtheilung der Säugethiere verlassen, so ist der Vergleichung die Richtung, in welcher an andere Gruppen anzuknüpfen ist, durch die Aufschlüsse bezeichnet worden, die Gegenbaur über die genealogischen Beziehungen, in denen die den Wirbelthierstamm repräsentirenden Hauptgruppen zu einander stehen, gegeben hat. Als nächstes Ergebniss der Vergleichung resultirt die Auffassung der verglichenen Formzustände als Theilerscheinungen eines Vorganges, der zunächst ein hypothetischer ist, dessen Statuirbarkeit aber untersucht, eventuell weiter begründet werden kann. Dieser Untersuchung bietet einen festen Anhalt die im Sinne der Descendenztheorie liegende Interpretation der embryonalen Entwicklung. Denn da letztere als eine kurze Recapitulation der Geschichte der Art angesehen werden darf, so ist die aus der Vergleichung gewonnene Anschauung über die Geschichte des untersuchten Theils aus den Thatsachen der embryonalen Entwicklung zu bestätigen und sicherer zu begründen, wenn sich diejenigen Verhältnisse nachweisen lassen, die in den vorausgesetzten Vorgang der Umgestaltung als Theilerscheinungen desselben hineingehören, deren Nachweis also das untersuchte Organisationsverhältniss als Endresultat dieses Vorganges erklären lässt. In zweiter Reihe kommen die verschiedenen Formen in Betracht, in denen der untersuchte Theil im erwachsenen Zustande sich darbieten kann. Dass diese gleichfalls auf einen Theil der genealogischen Geschichte zu beziehen sind, ist von Hensel [1]) gezeigt worden. An sehr prägnanten, aus den Verhältnissen des Zahnsystems gewählten Beispielen hat Hensel anschaulich gemacht, wie ein Vorkommniss, das als Abnormität erscheint, wenn es nur bei wenigen Individuen einer Species sich findet, bei sich vergrössernder Zahl der Individuen, denen es zukommt, den Character der »Abnormität« verlieren kann, und weiter, wenn es bei der Majorität erscheint, die frühere Regel zur Ausnahme macht und endlich ein systematischer Character wird. Ebenso ist es ein Verdienst Hensel's darauf aufmerksam gemacht

[1]) l. c. pag. 69—71. (cf. das Verzeichniss der citirten Literatur.)

zu haben, dass »die Missbildungen, zu denen die Reduction des Skeletes Veranlassung geben kann« (die entweder eine Vergrösserung oder Verminderung desselben darstellen), »als eine Anticipirung aus der zukünftigen Geschichte der Species oder als Wiederholung früherer Entwicklungszustände« derselben gedeutet werden können.

Indem die genannten Gesichtspuncte die Möglichkeit gewähren, die Entwicklungsstadien und die verschiedenen Zustände eines Organs als in die genealogische Geschichte desselben hinein gehörig nachzuweisen, ergibt die Benutzung derselben für die Gesammtaufgabe verwerthbare Einzelergebnisse. Um zu einem solchen einen wenn auch nur geringen Beitrag zu liefern, habe ich die Untersuchungen, deren Ergebniss im Nachstehenden mitgetheilt wird, unternommen. Dieselben betreffen die Wirbelsäule, und für die Wahl dieses Untersuchungsobjects war der Umstand massgebend, dass dieser Theil des Skelets bei den für die Vergleichung zunächst zu benutzenden Formen, den Primaten, im Gegensatz zu den übrigen Theilen des Skelets eine relativ beträchtliche Vielgestaltigkeit bietet, somit für diesen Theil angenommen werden darf, dass er noch nach der Trennung der von einer gemeinsamen Stammform ausgegangenen Formenreihen nicht unerheblichen Wandlungen unterworfen gewesen sei, was, da diese als relativ spät eingetretene bezeichnet werden können, es wahrscheinlich machte, dass ein Theil derselben noch relativ leicht feststellbar sein würde. Für die in dem oben erörterten Sinne anzustellende Vergleichung noch andere Formen ausser den Primaten zu benutzen, musste zunächst unterlassen werden, da schon die Verhältnisse bei den Primaten derselben, worauf später einzugehen ist, Schwierigkeiten bereiteten. Auch musste ich den Versuch unterlassen, die Form der Wirbelsäule, welche als die relativ primitivste, bei Primaten vorkommende erscheint, als aus anderen, weiter zurückliegenden Zuständen entstanden nachzuweisen, da eine zu diesem Zweck zu unternehmende Untersuchung mir nicht ausführbar scheint, wenn nicht für jede einzelne der zu vergleichenden Wirbelsäulen wenigstens ein Theil der Entwicklung derselben bekannt ist.

Ausser der Wirbelsäule habe ich eine den Carpus betreffende Frage untersucht, über welche im zweiten Abschnitt das Nähere mitgetheilt wird.

Von dem zu der Untersuchung verwandten Material konnten die den kritischen Entwicklungsstadien angehörigen Embryonen selbstverständlich nur allmälig erlangt werden. Die Untersuchung hat daher schon deshalb häufig für längere Zeit unterbrochen werden

müssen; eine weitere Schwierigkeit bedingte der Umstand, dass die Herstellung der erforderlichen continuirlichen Schnittserien in einzelnen Fällen nicht möglich [1]) und in den meisten sehr erschwert war, was eine wiederholte Untersuchung einzelner Stadien nöthig machte. Das Material, das somit in reicherem Maasse erforderlich war, ist mir mit der grössten Liberalität gewährt worden. Hierfür bin ich zu grossem Dank verpflichtet den Herren Professoren Holst, Bidder und Reissner, welcher mir zugleich die Benutzung des die Primaten betreffenden Materials der anatomischen Sammlung gestattete, Herrn Dr. E. Bidder in St. Petersburg und Herrn Professor Gegenbaur, der mir bei einem Aufenthalt in Heidelberg die Untersuchung des Materials, dessen Benutzung für den vorläufigen Abschluss, den die Untersuchung damit erfahren hat, mir noch wünschenswerth war, in gütigster Weise ermöglichte. Es sei mir gestattet, den genannten Herren meinen besten Dank zu sagen.

I. Wirbelsäule.

Die Verschiedenheiten, die die Wirbelsäule in der Ordnung der Primaten [2]) zeigt, bereitet der Vergleichung darin eine Schwierigkeit, dass, da es sich um gleichzeitig [3]) lebende Formen handelt, in keiner einzelnen im Vergleich zu den anderen ein entweder niederer oder höherer Zustand vorliegen kann. Einzelne Theile einer gegebenen Wirbelsäule finden sich in primitiverem Verhalten, während andere Abschnitte mehr verändert erscheinen. So bieten die Cynopithecinen durch die geringe Zahl der Sacralwirbel, die bei Semnopithecus entellus nur zu zweien vorkommen können, ein sehr primitives Verhalten, während die Zahl der Dorsalwirbel bei ihnen geringer ist als bei 2 Gattungen der Anthropoiden, die sich hierin primitiver verhalten, im Gegensatz dazu aber in der geringeren Zahl der Präsacral-

[1]) Bei der Zerlegung konnte der Thatbestand mit der nöthigen Sicherheit erst festgestellt werden, nachdem ich in den Besitz technischer Hülfsmittel gelangt war, die auch bei unvollkommener Schnittfähigkeit des Objects die Untersuchung ermöglichten. Ueber dieselben wird an einem andern Orte berichtet.

[2]) Diese Bezeichnung brauche ich (mit dem Unterschied, dass ich den Menschen als dieser Ordnung angehörig betrachte,) im Sinne von Is Geoffroy St. Hilaire (l. c.), dem ich auch bezüglich der Unterabtheilungen folge. Die Gruppe »Simiina« wird im Text Anthropoiden genannt.

[3]) Das fossile Material, das für Primaten, wie bekannt, überhaupt nur in spärlichen Bruchstücken vorliegt, kann bei der Vergleichung der Wirbelsäule zur Zeit leider gar nicht in Betracht kommen.

wirbel wiederum eine weitere Entwicklungsstufe repräsentiren. Ein ähnliches Beispiel gewähren die Cebinen, wo z. B. bei Ateles die Zahl der rippentragenden Wirbel um 2 grösser sein kann [1], als bei den Cynopithecinen, die Gruppe der Präsacralwirbel aber trotz dieses primitiveren Verhaltens doch gleichzeitig einen Wirbel weniger besitzt, das Sacrum jedoch hierbei in der gleichen primitiven Beschaffenheit gefunden wird. Indem diese Verhältnisse es mir schwierig machten, im Hinblick auf die gesammte Wirbelsäule zu einer Vorstellung ihrer Umgestaltung zu gelangen, hielt ich es für zweckmässig, für die Vergleichung zunächst die Verhältnisse der anthropoiden Primaten zu benutzen. Und auch dabei erschien es mir geboten, von einer Vergleichung der gesammten Wirbelsäule abzusehen und nur die einzelnen Regionen in Betracht zu ziehen, um zu untersuchen, inwiefern der verglichene Abschnitt der menschlichen Wirbelsäule aus den bei den anthropoiden Primaten sich findenden Verhältnissen hervorgegangen gedacht werden kann, wobei zugleich eine Orientirung über etwaige, an die Zustände dieser Abschnitte bei anderen Formen sich anschliessende Verhältnisse möglich war. Auf Grundlage des Ergebnisses an den einzelnen Abschnitten wäre dann auf das Verhalten der Summe dieser Abschnitte zurückzukommen.

A. Dorsal- und Lumbalwirbel.

Die Cervicalregion und der grösste Theil der Dorsalregion bietet im Verhältniss zu anderen Abschnitten der Wirbelsäule weniger bedeutende Verschiedenheiten, auf die hier nicht eingegangen wird. Der distale [2] Theil der Dorsalregion zeigt dagegen auffälligere, aus der Anzahl der diese Region zusammensetzenden Wirbel sich ergebende Eigenthümlichkeiten. Zwei Genera, Troglodytes und Hylobates, haben bekanntlich 13 Dorsalwirbel, während dem Orang wie dem Menschen nur 12 Wirbel in der genannten Region zukommen. Da bekanntlich die grössere Zahl der Rippen stets das niedere Verhalten repräsentirt und kein zwingender Grund vorliegt, die namentlich von Owen [3] mehrfach unter Bezugnahme auf die gleichgrosse Zahl der präsacralen

[1] cf. Owen 4 pag. 728 Nr. 4687.

[2] Die Bezeichnungen proximal und distal beziehen sich auf die in der Längsaxe der Wirbelsäule dem Kopf näher resp. in weiterem Abstande von ihm liegenden Bestandtheile.

[3] cf. besonders 3 pag. 94, 100, 103.

Wirbel im Genus Troglodytes und beim Menschen behauptete Homologie des letzten Dorsalwirbels dieser Formen mit dem ersten Lumbalwirbel der Menschen zu bezweifeln, so kann es sich beim Menschen nur um den Schwund eines Rippenpaares handeln. Dies ist um so wahrscheinlicher, als, wie bekannt, in seltenen Fällen an dem auf den 12. Brustwirbel folgenden Wirbel ein 13. Rippenpaar als s. g. Varietät vorkommt. Es war demnach der Versuch zu machen, die constante Anlage eines 13. Rippenpaares nachzuweisen. Da aber bei Hylabates hin und wieder noch ein 14. Rippenpaar besteht [1]) und die Dorsalregion anderer Primaten eine noch grössere Zahl rippentragender Wirbel umschliesst, so musste auch an weiter distal gelegenen Wirbeln nach Rippenanlagen gesucht werden. Diese Untersuchung hatte sich eventuell zugleich auf die Frage nach dem Verbleib der Rippe und ihrem etwaigen Antheil an der Formation der Querfortsätze zu erstrecken. Die Erledigung dieser Frage wäre wünschenswerth, da sich seit längerer Zeit in Betreff der Querfortsätze zwei verschiedene Auffassungsweisen geltend machen. Die eine derselben fand ihren Vertreter in Joh. Müller [2]), der mit Bezugnahme auf den Modus der Verknöcherung bei einzelnen Säugethieren, sowie in Berücksichtigung des Verhaltens der Muskulatur in den Querfortsätzen mit den Wirbeln verschmolzene Rippen sah. Im Gegensatze hierzu hat Retzius [3]) gestützt auf die Vergleichung mit den Fortsätzen der Dorsalwirbel die Querfortsätze der Lendenwirbel als eigenthümlich ausgebildete Theile der Brustwirbelquerfortsätze angesprochen. Dieselbe Meinungsverschiedenheit kehrt bei neueren Autoren wieder. Nach Henle [4]) entspricht der Querfortsatz der Lumbalwirbel dem höckerförmigen Querfortsatz der letzten Brustwirbel und einer mit ihm und dem Wirbel verschmolzenen kurzen Rippe, während Hasse und Schwark [5]) behaupten, es liessen sich an den Lendenwirbeln keine Rippen oder Rippenrudimente nachweisen, „höchstens unter abnormen Verhältnissen am ersten."

Zur Darlegung der Untersuchungsergebnisse [6]) übergehend, habe ich zunächst die in Betreff des 13. Rippenpaares mitzutheilen.

---

[1]) cfr. Mivart 1 pag. 555.
[2]) l. c. pag. 240.
[3]) l. c. pag. 605—607.
[4]) l. c. pag. 47, 48.
[5]) l. c. pag. 70, 71.
[6]) Die untersuchten Embryonen habe ich in dem nachstehenden Verzeichniss mit besonderen Ziffern bezeichnet, um mich im Laufe dieser Mittheilung auf die

Ueber die Existenz dieses Rippenpaares war eine unzweideutige Auskunft zunächst an dem Embryo IV. 3 zu erlangen. Hier zeigte sich die Hals- und Brustregion der Wirbelsäule, obgleich noch völlig im Zustande des secundären Skelets befindlich (von Einzelheiten, die hier kein directes Interesse haben, abgesehen), in den Beziehungen, die der entwickelte Zustand bietet, dagegen fand sich an dem auf das Homologon des 12. Brustwirbels der entwickelten Wirbelsäule folgenden, 20. Wirbel der Reihe ein 13. Rippenpaar[1]) in der Form

---

einzelnen Objecte beziehen zu können. Auch wenn einzelne derselben der gleichen Entwicklungsstufe anzugehören schienen, wurde bei denselben die Wirbelsäule nicht in demselben Entwicklungsstadium angetroffen und der Umstand, dass bei den meisten Embryonen nicht alle Theile der Wirbelsäule in der Entwicklung gleich weit vorgeschritten sich fanden, machte es unmöglich, die einzelnen Objecte in jeder Beziehung als Repräsentanten bestimmter Stadien zu betrachten.

I. Länge des Embryo von der durch das Mittelhirn bedingten Prominenz bis zur höchsten Convexität des hinteren Leibesendes 1,65^{cm}
Distanz der Extremitäten vom Beginne der Axillarfalte bis zu dem der Inguinalfalte — 4^{mm}

II. 2. Dieselbe Messung wie bei I.: 2 ^{cm} resp. 6^{mm}
II. 3. - - - - - 2,15 - - 6 -
III. 1. - - - - - 1,9 - - 5 -
III. 2. - - - - - 2 - - 6 -
III. 3. - - - - - 2 - - 6 -
IV. 1. A. - - - - - 2 - - 6 -
IV. 2. - - - - - 2,3 - - 7 -
IV. 2. A. Vom Beginn der Axillarfalte bis zur höchsten Convexität des hintern Leibesendes 1,15^{cm}
Distanz der Extremitäten (cf. I.) 7^{mm}
IV. 3. desgl. 1,25^{cm} resp. 9^{mm}
IV. 3. A. (Messung wie bei I) 2,5^{cm} resp. 9^{mm}
IV. 5. (Messung wie bei IV 2 A) 1,4^{cm} resp. 1,2^{cm}
V. 1. (Messung wie bei I) 4,8^{cm} resp. 1,8^{cm}

Bei der Untersuchung wurde stets die ganze Wirbelsäule zerlegt. Um die Zerlegung zu erleichtern, wurde der Rumpf des Embryo senkrecht zur Längsaxe in mehrere Segmente getheilt; aus den Segmenten, welche die Cervical- und den proximalen Theil der Dorsalregion enthielten, wurden um die Zählung der Wirbel zu erleichtern und die Schnittserien nicht zu gross werden zu lassen, Frontalschnitte angefertigt. Die übrigen Segmente wurden je nach dem speciellen Erforderniss in Frontalschnitte oder Querschnitte zerlegt. Meist wurde vom letzten Segment die rechte Hälfte in Sagittalschnitte, die linke in Frontalschnitte zerlegt. Wo wegen der nicht geringen Zahl der Schnitte das Resultat der Combination in Betreff der Zählung unsicher sein konnte, wurde dieselbe mehrmals vorgenommen.

[1]) Da wegen der Existenz dieses Rippenpaares die Bezeichnung „letzter Brustwirbel" zu Missverständnissen Veranlassung geben muss, und auch die Bezeichnung der Wirbel in der Lumbalregion hiervon beeinflusst wird, so werden

eines beiderseits vorhandenen, ventralwärts leicht gekrümmten, stabförmigen Knorpelstücks, welches mit seiner dorsalen Fläche dem kurzen aber deutlichen, horizontal und senkrecht zur Medianebene gestellten Querfortsatz anlagert und mit seinem vertebralen Ende dem Bogen nahe der Grenze desselben gegen den Wirbelkörper aufsitzt (cf. Fig. 6 cs. 13). Der hier bemerkbare leichte Vorsprung des Wirbelkörpers, an den die Rippe stösst, gehört dem Bogen an. Ausser diesem die Rippennatur des in Rede stehenden Skelettheils deutlich bekundenden Beziehungen verdient noch die Stellung der Längsaxe desselben erwähnt zu werden (cf. Fig. 6), welche der der 12. Rippe fast parallel steht, mit der Längsaxe der Querfortsätze der folgenden Wirbel jedoch eine für eine Rippe characteristische Winkelstellung einhält. Den gleichen Befund bot der Embryo III. 2, wo auf der rechten Seite (die Beschaffenheit der linken war wegen Lückenhaftigkeit der Schnittserie nicht feststellbar) eine noch längere, 1^{mm} lange 13. Rippe zur Betrachtung kam, und einen dem zuerst aufgeführten ganz ähnlichen der Embryo IV. 2. Entsprechend der früheren, durch den Embryo III. 1 repräsentirten Entwicklungsstufe war das am 20. Wirbel befindliche Rippenpaar offenbar eben erst angelegt, wie aus der Kürze der betreffenden Rippen ein Zusammenhalt mit dem Umstand zu entnehmen, dass dieselben hier aus noch intercellularsubstanzarmem Knorpelgewebe bestehen. Dieser Befund macht es verständlich, dass in noch früheren Stadien, bei den Embryonen II. 3 und I., hinsichtlich der Existenz eines Rippenpaares am 20. Wirbel ein negativer Befund sich ergab, während die übrigen Rippen sämmtlich bereits vorhanden waren; es wird also das 13. Rippenpaar später angelegt als das 12.

Die aufgeführten Beobachtungen, die den späteren ersten Lumbalwirbel in der Form eines 13. Brustwirbels aufweisen und die Existenz eines Rippenpaares, das später einer Reduction unterliegt, für eine Zeit constatiren, in welcher Thoraxbewegungen nicht gemacht werden, die Unmöglichkeit einer functionellen Verwendung desselben also zweifellos ist, sind dieser Verhältnisse wegen nur in dem Sinne zu deuten, dass sie einen Beleg für eine Descendenz von einer Form bieten, die am 20. Wirbel im entwickelten Zustande constant ein

im Folgenden, um Irrthümer zu vermeiden und aus einem anderen, später zu erwähnenden Grunde die Wirbel mit der Zahl bezeichnet, die der Stelle entspricht, die der betreffende Wirbel in der Gesammtreihe der Wirbel einnimmt, wobei der Atlas als erster Wirbel gezählt wird.

Rippenpaar trug: die Constanz, mit der dieses Rippenpaar beim menschlichen Embryo noch angelegt wird, könnte, wenn auch nicht mit Bestimmtheit, als ein Hinweis darauf angesehen werden, dass der Zustand, in dem der 20. Wirbel eine Beschaffenheit hatte, wie sie bei den Vertretern zweier Genera jetztlebender Anthropoiden noch fortbesteht, erst seit rel. kurzer Zeit verlassen worden ist.

Was nun den Verbleib dieses Rippenpaares anlangt, so ist in Bezug hierauf zunächst der Befund beim Embryo IV. 2 A. zu erwähnen. Hier zeigt sich die Rippe (cf. Fig. 7 cs. 13) in der Form eines niedrigen Kegels, der mit seiner Basis den einspringenden Winkel, der von dem Querfortsatz und dem Bogenhals gebildet wird, einnimmt und seine in dorsoventraler Richtung etwas abgeplattete Spitze, an welche das Lig. lumbocostale sich heftet, ventral- und lateralwärts richtet. Die Reduction hat also im Vergleich zu dem Verhalten bei dem zuerst erwähnten Embryo hier zumeist das vertebrale Ende der Rippe betroffen und damit die Stelle, an der dasselbe dem Bogen anlagert, weiter dorsalwärts verlegt. In denselben Beziehungen, wie sie für die eben beschriebene Rippe bestehen, findet sich beim Embryo IV. 1 A. statt einer knorpeligen Rippe ein die Form derselben besitzendes, aus dicht aneinander gedrängten Zellen bestehendes Gewebslager, welches sich gegen die Umgebung deutlich abgrenzt, und in seinem Innern nur in sehr beschränkter, nicht scharf abzugrenzender Ausdehnung aus intercellularsubstanzarmem Knorpel besteht. Hierin schliesst sich der Befund bei dem etwas älteren Embryo IV. 3 A. bei welchem das, wie bei dem soeben erwähnten Embryo eine knorpelige Rippe vertretende, dichte Gewebslager, absolut und relativ kleiner vorgefunden wurde und in seinem Innern keinen Knorpel wahrnehmen liess. Diese drei Beobachtungen zusammengehalten könnten zu der Auffassung führen, das 13. Rippenpaar unterliege im Laufe der Entwicklung einer vollständigen Reduction, indem der zuerst noch knorpelige Skelettheil allmälig auf die Stufe eines aus indifferentem Gewebe bestehenden Gewebslagers hinabsinkt und dieses schliesslich völlig schwindet: dieselben müssen aber gegenüber dem Befunde beim Embryo IV. 5 eine andere Interpretation erfahren. Bei diesem Embryo findet sich am 20. Wirbel kein freies Rippenpaar, dagegen hat der Bogen an der Stelle, wo sein annähernd horizontal gestellter Hals in den dorsalwärts gerichteten Bogentheil übergeht, eine Form, die vollkommen derjenigen entspricht, die entstehen würde, wenn man sich die isolirt bestehende, noch wenig reducirte 13. Rippe des Embryo IV. 2 A. (cf. Fig. 7 im Vergleich

zu Fig. 8 mit dem Querfortsatz und dem Bogen verschmolzen vorstellt. Dass es sich hier factisch um eine solche Verschmelzung handelt, drückt sich auch in der Beschaffenheit des Knorpelgewebes aus, die den costalen Theil noch deutlich gegenüber dem Bogen und dem Querfortsatz abzugrenzen gestattet, die Spitze des ersteren steht, wie bei den früher erwähnten Embryonen mit dem Lig. lumbo-costale in Beziehung. Auf Grundlage dieses Nachweises können die früher erwähnten, anscheinend zu einem völligen Schwund hinüberleitenden Entwicklungsstadien der 13. Rippe selbstverständlich nicht mehr in diesem Sinne als Reductionsstufen aufgefasst werden, dieselben illustriren aber wohl in der Hinsicht die im Laufe der Entwicklung eintretende Reduction, als sie das Rippenpaar in Bezug auf seine Existenzdauer durch ein Hinaufrücken der untern Grenze derselben beeinträchtigt zeigen; es handelt sich hier also nur um eine mehr als gewöhnlich retardirte Anlage. Aus dem Vorstehenden ergibt sich zugleich, dass der sogenannte Querfortsatz des als erster Lendenwirbel erscheinenden 20. Wirbels der entwickelten Wirbelsäule nicht homodynam ist den Querfortsätzen der Brustwirbel, da er aus einem solchen Fortsatz und einer mit ihm verschmelzenden, reducirten Rippe entsteht, und zwar unter vorwiegender (die Beziehung zum Lig. lumbocostale weist darauf hin) Ausbildung des costalen Elements, der dem Querfortsatz der Brustwirbel entsprechende Antheil liegt im dorsalen Theil der Basis des sogenannten Querfortsatzes des ersten Lendenwirbels, für welchen unter Berücksichtigung dieser Verhältnisse eine andere Bezeichnung nöthig werden dürfte, man könnte auf ihn die Bezeichnung Seitenfortsatz anwenden.

Es erübrigt jetzt noch einen Blick auf die Zustände zu werfen, die der 20. Wirbel beim erwachsenen Menschen zeigen kann, um auch für diesen wie für die übrigen, später zu betrachtenden Theile die Richtigkeit der oben erwähnten Auffassung Hensel's zu bestätigen. Die Existenz eines Rippenpaars an dem genannten Wirbel ist häufig als „Varietät" aufgeführt worden; dass durch dieselbe ein atavistisches Verhalten des betreffenden Theils der Wirbelsäule bekundet wird, kann um so weniger einem Zweifel unterliegen, als auch, abgesehen von der Rippe, der Wirbel selbst Zustände zeigt, welche die allmälige Umformung desselben aus einem letzten Brustwirbel in einen ersten Lendenwirbel illustriren. Was zunächst die Rippe anlangt, so besitzt dieselbe, wie das bei einem rudimentär werdenden Skelettheil nicht anders erwartet werden kann, eine beträchtliche Variationsbreite, die sich in Betreff der Länge in sehr auffälligem Maasse zeigt.

An sieben mir vorliegenden Wirbelsäulen[1], die das in Rede stehende atavistische Verhalten aufweisen, also an einem rel. sehr geringfügigen Material, schwankt die Länge der Rippe zwischen 1·4 cm und 1,3 cm und es lässt sich aus den verschiedenen Rippen eine Reihe formiren, die deutlich die allmälige Verkürzung bezeugt. Dass dieselbe vorherrschend das ventrale Ende betrifft, ist selbstverständlich, sie zeigt sich aber auch beim vertebralen Ende. Auch wo die Rippe noch am meisten das primitive Verhalten bewahrt hat, ist das Tuberculum zu einem niedrigen Höckerchen reducirt, welches durch Bandmasse mit dem ebenfalls kleinen Querfortsatz verbunden ist, das Collum aber noch fast 1 cm lang und das Capitulum mit gut erhaltener Gelenkfläche versehen. Hält man sich bei der Vergleichung der verschiedenen Exemplare an das meist noch sichtbare Rudiment des Tuberculum, so kann eine allmälige Verkürzung des vertebralen Endes constatirt werden, mit der selbstverständlich auch eine Dislocation der Fossa costalis verbunden ist, die in einem Falle noch dem Rande der proximalen Endfläche des Wirbelkörpers ganz nahe liegt, dann aber von diesem Rande wegrückt und auf den Bogenhals übergeht, was es verstehen lässt, dass sie sich in extremen Fällen auf dem Querfortsatz findet. So findet sich in einem Falle die Rippe in der Form eines kleinen Plättchens, welches mit einer am vertebralen Ende seiner dorsalen Fläche gelegenen kleinen Gelenkfläche einer ähnlich gestalteten Gelenkfläche aufruht, welche an der ventralen Fläche des niedrigen Querfortsatzes gelegen ist und bis an die Spitze desselben reicht; hier wird somit eine Articulatio costo-transversalis vorgetäuscht, die deshalb nicht factisch vorliegen kann, weil die Fossa transversalis und die Tubercular gelenkfläche als längst rückgebildet betrachtet werden müssen. Die reducirteste unter den beobachteten Rippen sitzt nur der ventralwärts schräg abgestutzten Spitze des Querfortsatzes, mit derselben ein Gelenk bildend, auf. An der andern (linken) Seite desselben Wirbels findet sich keine Rippe, dagegen ein „Querfortsatz", der nur wenig kürzer ist, als der Querfortsatz der rechten Seite

[1] An dieser, wie an späteren Stellen, wo es sich um die verschiedenen Zustände, in denen derselbe Theil der Wirbelsäule im erwachsenen Körper zur Betrachtung kommt, handelt, werde ich das beobachtete Material nicht in allen Details vorführen, da es genügen dürfte, einzelne Beispiele hervorzuheben, eine aufmerksame Betrachtung einer Anzahl Wirbelsäulen wird die gemachten Angaben leicht bestätigen lassen. Der Untersuchung haben 35 Wirbelsäulen gedient, wobei Material, dessen Benutzbarkeit zweifelhaft sein konnte, nicht in Betracht gekommen. Fast die Hälfte der Objecte habe ich selbst präparirt, die übrigen gehören der anatomischen Sammlung in Heidelberg an.

und die Rippe zusammengenommen, und mit Bezugnahme auf den oben gegebenen embryologischen Nachweis als Seitenfortsatz zu bezeichnen ist [1]). Objecte, an denen deutliche Spuren der Verschmelzung einer rud. Rippe mit dem Querfortsatz zu sehen gewesen wären, habe ich nicht beobachtet, doch kann als ein Uebergangszustand ein Fall angeführt werden, in dem das kleine, plättchenförmige Rippenrudiment eine Gelenkverbindung bereits aufgegeben hat und nur durch Bandmassen an den Bogenhals und den niedrigen stumpfen Querfortsatz gefesselt ist. Hat der 20. Wirbel beiderseits eine bewegliche Rippe eingebüsst und damit die Beschaffenheit eines Lendenwirbels angenommen, so bekunden die verschiedenen Zustände, in denen die Seitenfortsätze sich finden, nur noch eine allmälige Längenzunahme derselben. Hinsichtlich der Gelenkfortsätze wäre zu bemerken, dass die Procc. artic. proximales in dem Fall, der die längsten Rippen zeigte, die fast frontale Stellung der Gelenkflächen besitzen, welche die von den Brustwirbeln untereinander gebildeten Gelenke characterisirt, so dass, da die Procc. artic. distales die für die Lumbalregion als normal angesehene Configuration besitzen, dieser Wirbel, isolirt betrachtet, von einem 12. Brustwirbel nicht zu unterscheiden wäre. Als Uebergangszustände zu dem für normal angesehenen Verhalten der Procc. artic. prox. des 1. Lendenwirbels können 2 Fälle gelten, wo in dem einen die Gelenkfläche an der einen Seite rein dorsalwärts, an der andern zugleich etwas medianwärts gerichtet sich zeigte, während in dem andern Fall auf der einen Seite bereits die lumbale Beschaffenheit vorliegt, die andere dagegen die Gelenkfläche noch in einer dorsal- und ein wenig medianwärts gerichteten Stellung wahrnehmen lässt.

[1]) Für einen solchen Wirbel, dessen eine Hälfte bereits die Beschaffenheit eines Lendenwirbels zeigt, während die andere durch den Besitz einer rudimentären, beweglichen Rippe bekundet, dass der ganze Wirbel früher ein Brustwirbel gewesen, scheint mir die Bezeichnung Dorsolumbalwirbel (die sich einer von Bergmann eingeführten Bezeichnung anschliesst) zutreffend, da dieselbe den betreffenden Skelettheil sowohl als »Uebergangswirbel« kennzeichnet, als auch in der Aufeinanderfolge der auf die Form Bezug habenden Wortbestandtheile an die Aufeinanderfolge der Zustände erinnert, die der betreffende Wirbel durchläuft. — Bergmann (l. c. pag. 349—51) bezeichnet einen auf den 12. Brustwirbel folgenden Wirbel, der noch beiderseits ligamentös befestigte (25^{mm} lange) Rippen trägt, als »dorso-lumbaren« oder »lumbo-dorsalen Uebergangswirbel«, letztere Bezeichnung wäre fallen zu lassen, wenn die Bezeichnung Dorsolumbalwirbel in dem angegebenen Sinne acceptirt wird und da die bewegliche Verbindung beider Rippen mit dem Wirbel ein Characteristicum der im distalen Abschnitt der Dorsalregion sich findenden Segmente der Wirbelsäule bildet, so wäre der von Bergmann beobachtete Wirbel noch als 13. Brustwirbel anzusehen.

Die geschilderten Zustände zeigen also, dass der Process der Umformung des 20. Wirbels und die damit zusammenfallende Verlegung der Dorsolumbalgrenze aus dem Zwischenraum zwischen dem 20. und 21. Wirbel in den zwischen dem 19. und 20. befindlichen insofern für die Gesammtheit der Species nicht abgeschlossen ist, als sich eine wenn auch kleine Minderzahl von Individuen findet, die, als Nachzügler in der Entwicklung, bei verschiedenen Stadien des Processes, Varietäten bildend, stehen geblieben sind [1].

Da das Vorrücken der Dorsolumbalgrenze auf dem Wege der Reduction und Umformung von Skelettheilen geschieht, könnte erwartet werden, dass ein etwaiger Einfluss desselben auf nächst proximal gelegene Wirbel nach Massgabe des Fortschrittes, den der Process gemacht hat, ein verschiedener sei. Dass ein solcher Einfluss überhaupt statthat, musste wegen des Umstandes, dass weder das letzte, noch auch das vorletzte Segment der Brustwirbelsäule sich in ganz festen Beziehungen findet, von vornherein wahrscheinlich sein. Am auffälligsten sind die Verschiedenheiten in Betreff der Rippen, von denen wiederum die des 19. Wirbels stärker variiren als die des 18. Die Variationsbreite des 12. Rippenpaares bewegt sich hinsichtlich der Länge der Rippen zwischen 21 und 2 ^{cm} und die des 11. Rippenpaares zwischen 28 und 15^{cm}. Das Rudimentärwerden des 12. Rippenpaares geht schon aus der grossen Variationsbreite hervor, was aber hier zunächst interessirt, und dieses Rudimentärwerden in Zusammenhang mit dem Vorrücken der Lumbodorsalgrenze stellt, ist der Umstand, dass die ausgebildeteren d. h. weniger reducirten 11. und 12. Rippen immer auch mit einem weniger reducirten 13. Rippenpaar an demselben Skelet zusammentreffen, und dass auch nach Schwund des letzteren Rippenpaares die Varietäten des 11. und 12.

---

[1] Man wird es nicht als eine Widerlegung dieser Auffassung ansehen können, dass sich nicht alle Zustände in ihrem ganzen Detail derselben fügen; denn wenn z. B. von 2 beträchtlich reducirten Rippen die reducirtere gleichwohl die Gelenkverbindung noch besitzt, so liegt hierin nur ein untergeordneter Anachronismus, oder wenn ganz geringfügige, sich nicht an einander schliessende Formabweichungen an den Rippen oder dem Wirbel sich zeigen, so ist das einerseits als ein Ausdruck dessen anzusehen, dass auch bei in bestimmter Weise functionirenden Theilen nicht für alle Individuen absolute Identität der Function bestehen kann, während andererseits für die ihre Function einbüssenden und in rudimentärem Zustand in den entwickelten Körper hinübergenommenen Theile sich hierdurch Folgen ergeben, die aberrante Formen erzeugen müssen. Das Gesagte gilt auch für später anzuführende Zustände, in denen derselbe Theil im entwickelten Körper getroffen wird.

Rippenpaares nicht für ein Stillstehenbleiben des Processes sprechen. Ein Beispiel[1]) möge dieses belegen.

	a)	b)	c)
11. R.	beiderseits 28 cm.	beiderseits ca. 26,5 cm.	r. 22,5 cm. l. 23 cm.
12. -	- 21 -	- 18 -	- 15 - - 16,5 -
13. -	r. 11 - l. 10 cm.	r. 1,5 - l. 1,8 cm.	—

	d)	e)
11. R.	r. 18 cm. l. 17,5 cm.	r. 16 cm. l. 15 cm.
12. -	- 5,4 - - 4,5 -	- 2 - - 3,5 -
13. -	—	—

Aus diesen Zahlen geht deutlich hervor, dass während des Bestehens eines 13. Rippenpaars das 11. wenig berührt wird, das 12. schon etwas mehr der Reduction unterliegt, dies Verhältniss aber nach Schwund des 13. Rippenpaars in auffallendem Maasse und besonders zu Ungunsten des 12. Rippenpaars sich steigert, so dass dasselbe in einem extremen aber nicht unvermittelten Fall schon jetzt fast dieselbe Reductionsstufe erreicht hat, wie sie auch für das 13. Rippenpaar als extremer Zustand noch beobachtet werden kann. Berücksichtigt man ausserdem, dass in diesem Fall eine der Rippen bereits die Gelenkverbindung aufgegeben hat, so wird man die Vermuthung nicht unbegründet finden, dass das 12. Rippenpaar demselben Process unterliegen werde, der das 13. bereits betroffen.

Weniger auffällig als die Verschiedenheiten in der Länge der Rippen aber nicht minder characteristisch ist das Verhalten, das sich aus den Beziehungen des vertebralen Endes der in Rede stehenden Rippen zum Wirbel ergibt. Die Thatsache, dass beim Schimpanse[2]) sämmtliche Rippen eine Articulatio costo-transversalis besitzen und (bis auf das 12. und 13. Paar) intervertebral eingelenkt sind, zusammengehalten mit dem Umstande, dass dieselben Beziehungen bei den 10 ersten Rippenpaaren der menschlichen Wirbelsäule bestehen, berechtigt dieses Verhalten des vertebralen Endes der Rippen im Gegensatz zu dem bei dem 11. und 12. Rippenpaar vorfindlichen für das primitive zu halten, für diese beiden Rippenpaare somit die Rückbildung einer Articulatio costo-transversalis anzunehmen und die vertebrale Einlenkung dieser Rippen als die Folge einer Dislocation, als ein Herausgetretensein aus der primitiven Stellung anzusehen.

[1]) Die in Betreff der Rippen an den mit a—c bezeichneten Wirbelsäulen angegebenen Längenmaasse beziehen sich, auch wo die Rippe nicht in toto verknöchert war, auf die Totallänge derselben, inclusive des nicht verknöcherten Theils.

[2]) cf. Owen 4. pag. 775, 776.

Geht man mit dieser Anschauung an die Prüfung der verschiedenen Zustände, in denen sich die vertebralen Enden der genannten Rippen bei verschiedenen Individuen finden, so wird man, was zunächst den 18. Wirbel und seine Rippen betrifft, für die seltenen Fälle, wo das 11. Rippenpaar beiderseits sowohl intervertebral eingelenkt ist, als auch die Art. costo-transversalis besitzt, nur die Auffassung haben können, dass hier ein primitives, als atavistisch anzusprechendes Verhalten bewahrt geblieben ist, und von hier aus lassen sich die übrigen »Varietäten« leidlich in eine Reihe formiren, welche einerseits den Verlust der Art. costo-transversalis dadurch, dass dieselbe nur auf der einen Seite vorkommt und eine hieran sich schliessende Reduction des Querfortsatzes, die ziemlich beträchtlich werden kann, illustriren, andererseits wahrnehmen lassen, wie die Fossa costalis, welche noch hart am Rande der proximalen Endfläche des Wirbelkörpers zur Hälfte von ihm und dem Bogenhalse getragen gefunden werden kann, wobei sich am distalen Rande des 10. Brustwirbels eine höckerförmige Erhebung — das Rudiment einer früher dagewesenen Fossa costalis posterior — zeigt, auf dem Wirbelkörper distalwärts rückt und zugleich mehr auf den Bogenhals übergeht, der dann den weitaus grössern Abschnitt der Gelenkfläche trägt. — Es entspricht der am 12. Rippenpaar sich viel mehr geltend machenden Reduction, dass an den durchgesehenen Objecten eine Art. costotrans. sich nicht mehr hat auffinden lassen, während die Fossa costalis bei den am unteren Ende der Reihe stehenden Objecten noch hart am Rande der proximalen Endfläche des Wirbelkörpers, zur Hälfte auf diesem und dem Bogenhalse ruhend, sich befindet und es darf als Folge der an dem 12. Rippenpaar sich sehr deutlich zeigenden Reduction des vertebralen Endes betrachtet werden, dass die Dislocation der Fossa costalis hier viel beträchtlicher ist als am 11. Brustwirbel; auch wenn dieselbe noch nicht die Mitte des Abstandes der beiden Endflächen des Wirbelkörpers erreicht hat, findet sich schon der grössere Theil derselben auf dem Bogenhals und am obern Ende der Reihe, wo die Gelenkfläche die Mitte des genannten Abstandes einhält, ist dieselbe ganz auf den Bogen übergegangen. Obgleich die verschiedenen, soeben kurz berührten Zustände des 18. und 19. Wirbels das vorhin über das Vorrücken der Lumbodorsalgrenze Gesagte unterstützen, so konnte selbstverständlich nicht unterlassen werden, zu untersuchen, ob sich für die beiden Rippenpaare eine Art. costotrans. (oder wenigstens die Anlage zu einer solchen und die intervertrebale Stellung des Capitulum in embryonalen Stadien würde nach-

weisen lassen. Bei den in dieser Hinsicht untersuchten Embryonen (IV. 2 *A*, IV. 1 *A*, IV. 3*A*, IV. 5) hat sich in Betreff der 11. Rippe stets eine deutliche Anlage zu einer Art. costo-trans. gezeigt, dieselbe ist dadurch gegeben, dass eine leicht prominirende Partie der dorsalen Oberfläche der Rippe (Tuberculum) mit dem in diesen Stadien deutlich und nicht weniger als am 10. Brustwirbel ausgebildeten Querfortsatz in naher Berührung (Trennung nur durch eine schmale Perichondriumschicht gegeben) sich findet, während das Collum der Rippe und den Bogen ein in seiner Mitte ziemlich weiter, von lockerem Gewebe erfüllter Zwischenraum trennt. Das Capitulum ist nur bei dem Embryo IV. 2 *A* intervertebral eingelenkt, aber in viel geringerer Ausdehnung mit dem 10. Brustwirbel in Beziehung. In den durch die anderen Embryonen repräsentirten, weiteren Entwicklungsstadien zeigt sich die intervertebrale Stellung insofern aufgegeben, als das Capitulum nicht mehr den distalen Rand des 10. Brustwirbels berührt, wohl aber noch der Intervertebralscheibe aufliegt, im Uebrigen aber nur mit der Seitenfläche des 11. Brustwirbels und nicht mit dem Bogen in Contact steht. Für die 12. Rippe hat sich die Anlage einer Art. costo-trans. nicht nachweisen lassen, ebenso wenig eine rein intervertebrale Situation des Capitulum, dasselbe liegt aber in dem früheren Stadium (IV. 2 *A*) noch der Intervertebralscheibe an, und hat keine Beziehung zum Wirbelbogen, diese besteht auch in den späteren Stadien nicht, wo die Berührungsfläche hart am proximalen Rande der Seitenfläche des Wirbelkörpers sich findet. Am deutlichsten hat in diesen Stadien der Querfortsatz eine primitive d. h. in Bezug auf die Form ausgebildetere Beschaffenheit, derselbe ist, trotz der mangelnden Anlage zu einer Gelenkverbindung mit der Rippe, ebenso gross wie der des 11. Brustwirbels und das ist um so mehr zu betonen, als bekanntlich der Querfortsatz des 12. Brustwirbels im entwickelten Zustande gegenüber dem des 11. verkürzt erscheint und sich bis auf ein ganz kleines Höckerchen reducirt finden kann. Dass der Befund am 12. Brustwirbel nicht ganz den Erwartungen entsprochen, ist als ein Ausdruck dessen aufzufassen, dass die Reduction bereits so weit vorgeschritten ist, dass sie auch das Verhalten des Embryo schon in sehr merklicher Weise beeinflusst, im Uebrigen dürfte aus den mitgetheilten Beobachtungen hervorgehen, dass die intervertebrale Stellung des Capitulum früher aufgegeben worden ist, als die Gelenkverbindung der Rippe mit dem Querfortsatz, was in Bezug auf das vorhin erwähnte Verhalten des Chimpanzé zu constatiren nicht ohne Belang ist.

Die an dem bis jetzt betrachteten Wirbelsäulenabschnitt erkannten Vorgänge, soweit dieselben die Reduction der Rippen betreffen, sind nicht auf ihn beschränkt, müssen vielmehr auch für weiter distalwärts gelegene Theile der Wirbelsäule zugelassen werden, wie daraus hervorgeht, dass auch an weiter distal gelegenen Wirbeln noch Rippenrudimente nachweisbar sind.

Beim Embryo IV. 1 *A* findet sich an allen auf dem 20. Wirbel folgenden Lumbalwirbeln (über das Verhalten der Sacralwirbel wird später berichtet werden) in denselben Beziehungen zum Querfortsatz und Bogen, die oben für die 13. bereits etwas reducirte Rippe angegeben wurden, ein rundlich gestalteter, im proximalen Pol etwas zugespitzter, aus deutlichem Knorpelgewebe bestehender Körper (cf. Fig. 9 *cs*), der am 21. und 22. Wirbel durch eine Schicht Perichondrium vom Querfortsatz und Bogen geschieden ist, aber in seinem distalen Pol den genannten Theilen enger anliegt und damit den Uebergang zu dem Verhalten bildet, welches das Costalrudiment an den beiden folgenden Wirbeln zeigt. Hier ist dasselbe gegenüber dem Querfortsatz und dem Bogen nur noch im Bereich des proximalen Pols durch eine schmale Schicht indifferenten Gewebes getrennt, der distale Antheil lässt nur noch aus der verschiedenen Beschaffenheit des Knorpelgewebes die frühere Selbstständigkeit erkennen[1]. Sehr ähnlich ist auch der Befund beim Embryo II. 2, wo die Rippenrudimente am 21.—24. Wirbel in noch allmäligerer Abstufung als bei dem oben erwähnten Embryo sich successiv immer mehr mit dem Bogen und Querfortsatz verschmolzen zeigen, in geringer Ausdehnung ist eine solche Verschmelzung schon am 21. Wirbel wahrnehmbar. Die weiter distalwärts liegenden nehmen etwas an Grösse zu, indem sie eine etwas grössere Strecke des Bogenhalses einnehmen und damit der Seitenfläche des Wirbelkörpers näher kommen. Diese Beobachtungen nöthigen, das oben in Bezug auf den »Querfortsatz« des spätern ersten Lendenwirbels Gesagte auch auf die übrigen Lendenwirbel zu übertragen und diesen ebenfalls Seitenfortsätze zuzusprechen, was auch durch die Untersuchung späterer Stadien (IV. 2, IV. 3 *A*, IV. 5)

[1]) Frenkel, der die Querfortsätze der zwischen dem ersten und letzten Lumbalwirbel gelegenen Wirbel als Fortsätze der oberen Bogen ansieht (l. c. pag. 430), hat am letzten Lumbalwirbel des Menschen einen Knochenkern beobachtet (pag. 407, 430, Taf. XXI Fig. 2, v. l. V *cs*) und bezieht dieses Vorkommniss auf ein Rippenrudiment an diesem Wirbel, eine Auffassung, welche durch die oben mitgetheilte Beobachtung bestätigt wird, dieser Fall gehört somit zu der grossen Gruppe ähnlicher, in denen der Modus der Verknöcherung die ursprünglich gesonderte Existenz von Theilen andeutet.

bestätigt wird, in denen sich zeigt, dass die hier bis auf ganz geringe, in den Reliefverhältnissen sich kundgebende Spuren, schon völlig mit dem Bogen und dem Querfortsatz verschmolzenen Costalrudimente eine Verbreiterung ihrer Basis nach der Seite des Wirbelkörpers hin und eine namentlich beim vorgerücktesten Stadium ziemlich beträchtliche Verlängerung ihres mit dem Lig. lumbo-costale in Verbindung stehenden, die Spitze des zukünftigen »Querfortsatzes« repräsentirenden Theiles erfahren haben. Es handelt sich also auch hier vorherrschend um eine erneute Ausbildung eines seine Selbstständigkeit verloren habenden Rippenrudiments und dass der spätere »Querfortsatz« der Lendenwirbel auch an der Seitenfläche des Körpers zu entspringen scheint, ist eine Folge der Ausdehnung, die das costale Element desselben frühzeitig gewonnen. Auf diese Beobachtungen ist später noch zurückzukommen.

An der Lumbalregion der Anthropoiden und des Menschen ist in der verschieden grossen Zahl der Wirbel das auffälligste diese Region betreffende Verhältniss gegeben, bevor indess dasselbe erörtert wird, mögen einige Beobachtungen hinsichtlich der Gelenkfortsätze angeführt werden.

Das an den Lumbalwirbeln eines Orang beobachtete, eigenthümliche Verhalten der Gelenkflächen, die an dem betreffenden Objecte sämmtlich fast plan sind und eine Stellung besitzen, die nur wenig von der der Gelenkflächen der Proc. artic. der Brustwirbel sich unterscheidet, indem die der einen Seite mit denen der andern derart ventralwärts convergiren, dass sie verlängert sich fast noch innerhalb des Wirbelcanals schneiden würden, veranlasste dazu, die Anlagen der Gelenke der Lumbalwirbel beim Menschen hinsichtlich einer etwaigen Identität mit denen der Brustwirbel zu prüfen. In einem Stadium, in welchem die Anlagen der Proc. artic. sich bereits in geringer Ausdehnung decken, also die Stellung der Gelenkebenen bereits angedeutet ist, zeigen die Lumbalwirbel (III. 2) eine Stellung derselben, bei der sie dorsalwärts unter einem fast rechten Winkel convergiren und diese Stellung haben auch IV. 1 *A*, IV. 2 *A* die der allein verglichenen drei letzten) Brustwirbel. Die Gelenkebenen der Lumbalwirbel haben somit eine Stellung, bei der sie die (abgesehen von der Krümmung fast in eine Sagittalebene fallenden Gelenkebenen der entwickelten Lumbalwirbel unter einem medianwärts offenen, stumpfen Winkel schneiden. Stellt man sich nun vor, dass die dorsal noch weit von einander getrennten Bogen sich gegen einander neigen, bis ihre dorsalen, mittlerweile offenbar sich zugleich

verlängernden Enden zusammenstossen, so muss die Stellung der Gelenkebenen in eine fast frontale oder nur noch unter einem sehr stumpfen Winkel dorsalwärts convergente übergehen. Damit wäre das bleibende Verhalten der Brustwirbel gegeben, während bei den Lumbalwirbeln eine weitere Umformung eintritt, indem IV. 3 *A* der laterale Rand der Procc. artic. proximales sich verdickt und zugleich etwas dorsalwärts erhebt, womit zugleich eine Erhebung des lateralen Randes der Procc. artic. distales verbunden ist, ein Vorgang, der dahin führt, dass in einem weiteren Stadium (IV. 5) die Gelenkebenen zu einer Zeit, wo die Bogenenden noch weit auseinander stehen, bereits nur noch unter einem sehr stumpfen Winkel dorsalwärts convergiren, also auch ohne weitere an ihnen stattfindende Umgestaltung durch die Erhebung und das Sichzusammenneigen der Bogen eine ventralwärts convergente Stellung bekommen würden. Dass im Hinblick auf die sagittale Stellung, die den Gelenkebenen im entwickelten Zustand zukommt, noch eine weitere Umformung statthaben muss, ist selbstverständlich, ich habe dieselbe aber nicht beobachtet.

Die an dem erwähnten Exemplar des Orang wahrnehmbare Stellung der Gelenkflächen, die nach den eben mitgetheilten Beobachtungen als eine rel. primitive zu betrachten ist, scheint beim Orang häufig zu bestehen, wenigstens gibt VROLIK (l. c. pag. 9), der zehn Exemplare untersucht hat, an, dass die Procc. artic. proximales im Vergleich zu denen des Menschen eine weniger verticale Richtung besässen und sagt sie seien »légèrement inclinées en dehors«. Das ist an einem fast erwachsenen (dem anatomischen Museum in Heidelberg angehörigen) Exemplar sehr deutlich wahrnehmbar. In Betreff der Gorilla sagt OWEN (3. pag. 104): »the upper zygapophyses are more convex in part, not wholly concave as in Man« und die Abbildungen pl. 35, Fig. 4, 5 u. 6 zeigen deutlich, dass die Umbildung der Gelenkfortsätze an den vom Gorilla und Chimpanzé dargestellten Wirbeln nicht ganz den Grad erreicht, der die beim Menschen für normal gehaltene Stellung dieser Fortsätze bezeichnet. Dieselbe ist indess nicht in allen Fällen die gleiche, da diese Fortsätze nicht selten auf früheren Entwicklungsstufen stehen bleiben. So beruht es auf der Persistenz eines sehr primitiven Verhaltens, wenn die Procc. artic. distal. des 12. Brustwirbels ihre Gelenkfläche in derselben, fast frontalen Stellung zeigen, wie die gleichnamigen Fortsätze des 11. Brustwirbels und es ist bezeichnend, dass sowohl diese Stellung als auch ein Uebergangszustand, bei welchem die Gelenkfläche eine mittlere Stellung zwischen der frontalen und sagittalen einnimmt,

mit der Existenz eines 13. Rippenpaars zusammenfallen kann. Gelegentlich bleibt innerhalb der ganzen Lumbalregion ein rel. primitiver Zustand bewahrt, indem die Gelenkflächen kaum eine Krümmung zeigen und, verlängert gedacht, sich noch innerhalb des Canalis vertebralis schneiden, oder bei etwas stärkerer Krümmung der Gelenkflächen gilt die bezeichnete Stellung für den grösseren, distalen Abschnitt der Lumbalregion, während im proximalen die Gelenkflächen sich im dorsalsten Theil des Wirbelkörpers schneiden würden. Aber auch wenn im grösseren, proximalen Abschnitt der Lumbalregion die für normal geltende, sagittale Stellung der Gelenkebenen erreicht ist, findet sich, wie bekannt, gleichzeitig an den Gelenken zwischen dem letzten Lumbalwirbel und dem ersten Sacralwirbel eine Stellung der Gelenkebenen, bei welcher dieselben unter einem fast stumpfen Winkel ventralwärts convergiren, was in etwas geringerem Grade für die Gelenkebenen des letzten und vorletzten Lumbalwirbels der Fall ist; hierin liegt eine noch übrig gebliebene Andeutung an die primitive Stellung der Gelenkflächen, welche sich an diesen Gelenken am längsten erhält. Das ist aber nicht immer der Fall, auch an diesen Gelenken können bei weiterer Umformung die ursprünglich lateralen Ränder der in primitiver Stellung situirten Gelenke, nachdem diese Ränder zu dorsalen geworden, sich so weit der Medianebene nähern, dass dieselben an den Gelenken zwischen dem ersten Sacralwirbel und dem letzten und vorletzten Lumbalwirbel in eine Sagittalebene fallen, die etwas lateralwärts von derjenigen liegt, welche die dorsalen Ränder der übrigen Gelenke aufnimmt, und bei noch weiterer Umbildung liegen die dorsalen Ränder sämmtlicher Gelenke einer Seite in derselben Sagittalebene.

B. Lumbal- und Sacralwirbel.

Es ist bereits bemerkt worden, dass bei den Anthropoiden und dem Menschen in Betreff der Lumbalregion die auffälligsten Verschiedenheiten in den Zahlenverhältnissen der Wirbel bestehen. Dass beim Menschen 5 Lumbalwirbel vorkommen, während beim Gorilla und Chimpanzé 4 bestehen, ist zwar nur eine scheinbare Verschiedenheit, da die Homologie des 13. Dorsalwirbels der letzteren Formen mit dem ersten Lumbalwirbel des Menschen sich auch aus der Entwicklung dieses Wirbels bestätigen liess, wobei für die Ableitung des Verhaltens der Lumbalregion des Menschen keine Schwierigkeit besteht, diese Region hat eine Vergrösserung auf Kosten der Dorsal-

region erfahren. An das Verhalten der Dorsal- und Lumbalregion im Genus Troglodytes ist aber weder das beim Orang noch das bei Hylobates gegebene direct anzuschliessen. Bei ersterem finden sich bekanntlich 4 Lumbalwirbel, die auf 12 Dorsalwirbel folgen, während bei letzterem 5 Lumbalwirbel sich an 13 Dorsalwirbel reihen und es fragt sich, wie diese Verhältnisse bei den verschiedenen Formen aufeinander zu beziehen sind. Hierbei sind zwei Auffassungen möglich, über deren grössere oder geringere Berechtigung a priori nicht wohl mit Sicherheit zu entscheiden sein dürfte.

Die eine dieser Auffassungen kann behufs einer Beurtheilung der in Rede stehenden Verschiedenheiten von der Beschaffenheit des Sacrum ausgehen und sich dabei auf die von GEGENBAUR gegebene Definition dieses Theils stützen.

Indem GEGENBAUR[1]) in der Sacralregion der Säugethiere »die zwei schon bei den Reptilien vorhandenen, das Darmbein tragenden Wirbel« constatirt und diese Wirbel als typische Sacralwirbel bezeichnet, definirt er das Os sacrum der Säuger als einen Skelettheil, der entweder nur aus den beiden echten Sacralwirbeln besteht, oder aus diesen in Verbindung mit einer verschieden grossen Anzahl (bei Primaten 1—4 Wirbel) aus Caudalwirbeln entstandener, unechter oder Pseudosacralwirbel zusammengesetzt ist. Da GEGENBAUR die von ihm im Sacrum der Vögel nachgewiesenen, das primäre Sacrum derselben bildenden Wirbel als Homologa der beiden Sacralwirbel der Reptilien deutet[2]), und sie als ererbte typische Sacralwirbel bezeichnet, so schien es mir nicht unberechtigt, die beiden ersten Sacralwirbel bei den in Rede stehenden Formen, weil sie die typischen Sacralwirbel sind, gleichfalls für Homologa zu halten. Dann stellen diese bei den vorliegenden Formen einen Theil der Wirbelsäule vor, der sich in unveränderter Weise von der Stammform auf die Descendenten vererbt hat und in diesen Wirbeln ist dann für die Beurtheilung der Verschiedenheit in der Lumbalregion ein fester Anhalt gegeben. Es ist zwar von GEGENBAUR die Möglichkeit, dass der letzte Lendenwirbel durch Verbindung mit den Darmbeinen in die Sacralregion hereingezogen werden könne, wodurch die Zahl der echten Sacralwirbel auf drei erhöht werde, speciell in Betreff der Gorilla erwähnt worden[3]), indess erschien dieses exceptionelle Ver-

---

[1]) cf. 3. pag. 614.
[2]) cf. 4. pag. 194, 196, 201.
[3]) cf. 3. pag. 614.

halten von geringerer Bedeutung, da GEGENBAUR in einer späteren Arbeit[1] von dem Sacrum der jetztlebenden Reptilien und der Säugethiere (im Gegensatz zu dem der Vögel) sagt, »dass weder in das eine noch in das andere unter gewöhnlichen Verhältnissen Wirbel eingehen, die dem lumbaren Abschnitt der Wirbelsäule angehören«. Wenn somit die unter gewöhnlichen Verhältnissen im Sacrum sich findenden beiden ersten Wirbel als Homologa gelten können, so muss die Verschiedenheit in der Lumbalregion sich aus Vorgängen innerhalb des präsacralen Abschnittes ergeben haben. Beim Menschen sowie im Genus Troglodytes bestehen 24 präsacrale Wirbel, beim Orang 23 und bei Hylobates 25. Wegen dieser grösseren Zahl erscheint es natürlich, dass das relativ primitive Verhalten bei Hylobates zu sehen ist, da ein sehr prägnantes Beispiel bekannt ist, wie sich eine geringere Zahl von Wirbeln aus einer grösseren ableitet. Dasselbe bieten die Fische, indem die grösste Wirbelzahl bei den Selachiern sich findet, geringere Zahlen bei den Ganoiden und noch geringere bei den Teleostiern gefunden werden. —

Wird diese Auffassung auf den vorliegenden Fall übertragen, so muss angenommen werden, dass seit der Trennung der in den genannten Formen momentan endenden Reihen in der zum Orang hinführenden zwei Präsacralwirbel, bei den drei andern Formen je einer geschwunden sei. Ausser dieser Auffassung wäre nur noch eine zweite Interpretation möglich, die von dem Verhalten des Orang ausgehen und annehmen müsste, dass die grössere Zahl durch einen Hinzutritt neuer Wirbel zu dem ursprünglich an Wirbeln ärmeren präsacralen Abschnitt der Wirbelsäule entstanden sei. Diese Möglichkeit, dass es sich um einen Erwerb von Wirbeln handle, wird man indess für den vorliegenden Fall von vorn herein von der Hand zu weisen sehr geneigt sein, wenn man berücksichtigt, dass gar keine Wahrscheinlichkeit dafür gefunden werden kann, dass bei Wirbelsäulen, die bereits auf die Stufe sehr hochdifferenzirter Formen des tertiären Skelets getreten sind, in diesem Zustand derselben eine Neubildung von Bestandtheilen eintreten werde, deren notorische Anfänge in den geologisch ältesten Theil des secundären Skelets hineingehören.

Es musste somit in Betreff des Menschen (da die übrigen Formen aus einem leicht ersichtlichen Grunde zunächst nicht weiter in Betracht kommen konnten) die Möglichkeit vorhanden sein, in embryonalen Stadien desselben 25 präsacrale Wirbel zu finden und die

[1] cf 1, pag. 158, 160.

Untersuchung hatte die Frage zu entscheiden, ob ein im entwickelten Zustande als selbstständiges Gebilde nicht vorhandener Präsacralwirbel angelegt werde, eventuell, was das Schicksal desselben sei, ob er nach zeitweiliger Existenz reducirt werde, oder seine Sonderexistenz wenigstens dadurch verliere, dass er sich mit einem andern Wirbel derart verbindet, dass im entwickelten Zustande die Zusammensetzung nicht erkannt werden kann. Dass, falls eine Reduction eines Wirbels stattfände, diese in der Lumbalregion zu Stande kommen würde, musste wahrscheinlich erscheinen bei der grossen Uebereinstimmung, die die Wirbelsäulen der in Rede stehenden Formen in dem bis zum neunzehnten Wirbel reichenden Abschnitt zeigen, und dass die Reduction eines in unmittelbarer Nähe des Sacrums befindlichen Wirbels stattfinden könne, musste eine Beobachtung Vrolik's [1] sehr nahe legen. Derselbe theilt über das Skelet eines Orang mit, dass zwischen dem vierten Lendenwirbel und dem ersten Sacralwirbel ein »noyau osseux« sich finde, der eine Schiefstellung des vierten Lendenwirbels bedingt und den Vrolik für »une vertèbre sacrale incomplète« hält, für welches Gebilde aber wohl viel eher die Auffassung, dass es einen reducirten Lumbalwirbel darstelle, gelten dürfte.

Die zweite Möglichkeit der Beurtheilung der in Rede stehenden Verhältnisse resultirt aus der Existenz von Uebergangsformen zwischen Lumbal- und Sacralwirbeln. Solche Uebergangsformen sind nicht selten beim Gorilla und Chimpanzé beobachtet worden. In Betreff des ersteren hat Duvernoy [2] eine interessante Beobachtung mitgetheilt. An den von ihm untersuchten Skeleten besitzt das eine, einem weiblichen Thier angehörige, vier Lumbalwirbel, während das andere Exemplar nur drei besitzt, indem, wie Duvernoy bemerkt, »la quatrième lombaire de la femelle est devenue la première sacrée chez le mâle«, und die Abbildung cf. pl. IX. fig. *D* zeigt sehr deutlich, dass die Assimilation eine fast vollständige ist. Eine besondere Aufmerksamkeit ist diesem Gegenstande von Owen gewidmet worden. In Betreff des Gorilla findet Owen [3], dass die Tendenz zu einer sacralen Modification die er für eine Alterserscheinung zu halten scheint, cf. 3. pag. 94) der Querfortsätze des letzten Lumbalwirbels beim Gorilla constanter und ausgesprochener

[1] l. c. pag. 8, 9.

[2] l. c. pag. 38, 39.

[3] cf. 3. pag. 104. cf. auch 4. pag. 26 u. pl. 12, wobei auf die Bezifferung zu achten ist.

sei als beim Menschen, und betont, dass, auch wenn die Assimilation sehr vollkommen geworden, die Homologie dieser Wirbel mit dem fünften Lumbalwirbel des Menschen nicht zu verkennen sei. Beim Chimpanzé hat Owen [1]) ebenfalls eine sehr vollkommene Assimilation des letzten Lumbalwirbels mit dem Sacrum beobachtet. Dabei hat Owen bei der Diagnostik dieser Wirbel und dem Vergleich der Wirbelsäule dieser Formen mit der des Menschen die Homologie mit Berücksichtigung der Gesammtzahl der präsacralen Wirbel festgestellt, wobei die die gleiche Stelle einnehmenden für homolog gelten. Diese Auffassung scheint Owen auch in Betreff des Orang zu haben, da er [2]) sagt, die Genera Homo, Troglodytes und Pithecus hätten präcise dieselbe Zahl der Wirbel, und fünf Lumbalwirbel könnten nicht als characteristisch für den Menschen angesehen werden, da die modificirten Homologa dieser Wirbel bei den Affen nicht fehlen. In dem speciell der Vergleichung der Wirbelsäule gewidmeten Theile seiner fünften Monographie führt Owen indess den Vergleich mit der Wirbelsäule des Orang nicht zu Ende, auch wird hierbei Hylobates nicht Erwähnung gethan.

Unter diesen Uebergangsformen sind diejenigen von besonderem Interesse, bei denen die Assimilation eine so weitgehende ist, dass es nur noch einer ganz geringfügigen weiteren Ausbildung der betreffenden Wirbel bedürfte, um sie vollkommen in der Gestalt eines ersten Sacralwirbels erscheinen zu lassen. Die Möglichkeit dieser vollständigeren Assimilation ist ebenso wohl zuzulassen, wie die Annahme, dass dieselbe bei einer immer grösser werdenden Zahl und schliesslich bei allen Individuen einer Species eintreten könne; in diesem Falle besässe diese Species einen ersten Sacralwirbel, der nicht homolog ist dem ersten Sacralwirbel einer andern, sonst vielleicht nahe verwandten Species, bei der eine solche Assimilation nicht stattgefunden. Berücksichtigt man jetzt, dass die genannte, an sich statuirbare Eventualität auch in geologisch früheren Perioden stattgehabt haben kann, so wird die Berechtigung, die ersten zur Zeit normal im Sacrum der in Rede stehenden Formen oder überhaupt im Säugethiersacrum sich vorfindenden Wirbel für specielle Homologa zu halten, zweifelhaft, was einen anderen Ausgangspunct für die Bestimmung der Homologie wünschenswerth macht, um von diesem aus die in Rede stehenden Verschiedenheiten in der Zahl der Prä-

---

[1]) cf. 3. pag. 105, pl. 36, fig. 3.

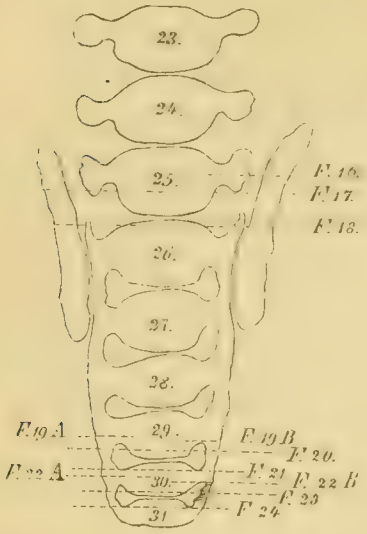
[2]) cf. 6. pag. 257 u. 281.

sacralwirbel zu beurtheilen. Diesen in Uebereinstimmung mit dem von Owen befolgten Princip der Bestimmung der Homologie, das auch auf andere Formen auszudehnen ist, in den Atlas und Epistropheus zu versetzen, empfiehlt sich wegen der nicht bezweifelbaren Homologie, die in sehr weiter Verbreitung für diese Wirbel besteht und die vom Atlas als dem ersten aus gezählt gleichvielsten Wirbel, ganz abgesehen von den Regionen, in denen sie sich bei den verglichenen Wirbelsäulen finden, für specielle Homologa zu halten, ist in dem Fall selbstverständlich, wenn es sicher ist, dass innerhalb der Reihe ein Ausfall oder eine Neubildung nicht stattgehabt, aber auch wo beides nur nicht nachgewiesen ist, kann die Bestimmung der Homologie nach der Stellung in der Gesammtreihe ebenfalls nicht beanstandet werden und muss im vorliegenden Falle jedenfalls als die zweite Möglichkeit zugelassen werden.

Es wäre somit der 25. bei Hylobates in der Form eines 5. Lendenwirbels vorliegende Wirbel dem 2. Sacralwirbel beim Orang und dem 1. Sacralwirbel der drei anderen Formen homolog zu setzen; da aber nur für die Umbildung eines Lendenwirbels in die sacrale Form und nicht für das Umgekehrte unzweideutige Beobachtungen angeführt werden können, so muss wiederum Hylobates als Repräsentant des primitiven Zustandes angesehen werden. Bei dieser Auffassung musste für den Menschen der embryologische Nachweis verlangt werden, dass der 25. Wirbel sich später mit dem 26. zum Sacrum verbindet, als dieser mit dem 27., und dass auch die Verbindung des 28. und 29. Wirbels unter einander und mit dem 27. als die frühere sich erweise, war deshalb vorauszusetzen, weil ihre Homologa bei Hylobates bereits sacrale Beschaffenheit haben; da aber bei Hylobates das Sacrum auch den 30. Wirbel der Reihe einschliesst, somit bei der Herleitung der Verhältnisse beim Menschen aus dem bei Hylobates Gegebenen die Annahme gemacht werden muss, der letzte Sacralwirbel bei Hylobates sei durch eine Rückbildung zu der Gestalt, die sein Homologon, der erste Caudalwirbel, beim Menschen besitzt, gelangt, musste die Möglichkeit existiren, den ersten Caudalwirbel des Menschen in früheren Entwicklungsstadien mit dem Sacrum verbunden zu finden.

Die Untersuchung hat die zuletzt genannten Voraussetzungen bestätigt, wie aus der näheren Darlegung der Untersuchungsergebnisse hervorgehen wird. Letztere kann von dem durch den Embryo III. 2 repräsentirten, frühesten der hier zunächst zu betrachtenden Entwicklungsstadien ausgehen, wobei, um die Deutung dieses

Stadiums von vornherein sicherzustellen, vorauszuschicken ist, dass, wie auch aus den Befunden selbst sich ergeben wird, für die hier in Betracht kommende Embryonalzeit die Eventualitäten des Ausfalls eines Wirbels aus der Reihe oder der völligen Verschmelzung zweier Wirbel nicht zu statuiren sind. An dem bezeichneten Objecte nimmt der 25. Wirbel die letzte Stelle in der Reihe der Lumbalwirbel ein (cf. den beistehenden Holzschnitt [1]) und Fig. 16—24), deutet aber schon durch die Formverhältnisse seiner Seitenfortsätze die spätere Zugehörigkeit zum Sacrum an; dieselben zeigen sich im Vergleich zu den Seitenfortsätzen der übrigen Lendenwirbel leicht ver-



[1]) Die Figur des vorstehenden Holzschnittes ist keine schematische, sondern stellt ein mit Benutzung einer Querschnittserie construirtes Bild eines Frontalschnittes vor. Die Schnitte sind mit Hülfe eines Mikrotoms angefertigt worden, welches die Dicke der Schnitte mit hinreichender Genauigkeit bestimmen lässt, und dieser Umstand bietet die Möglichkeit, ein in den Maassverhältnissen nahezu naturgetreues Bild, das einer auf der Ebene des Querschnittes senkrecht stehenden Ebene angehört, zu construiren. Hierbei wurde in folgender Weise verfahren: Auf dem zur Zeichnung benutzten Papier wurden einander parallele Linien gezogen, die einen Abstand (2mm) von einander haben, der die Schnittdicke in der zu construirenden Figur repräsentirt. Senkrecht zu diesen Linien wurde ein zweites System von Linien eingetragen, die in Abständen von einander stehen, welche auf den Abstand der Theilstriche eines Ocularmikrometers Bezug haben. Der (auf das Object bezogen) reelle Werth, den der Abstand der äussersten Theilstriche eines Ocularmikrometers bei einer gegebenen, für die Anfertigung der Zeichnung benutzten Combination besitzt, ist bekannt. Wird dieser Werth durch den der Schnittdicke dividirt und wird mit dem Quotienten die die Schnittdicke im zu construirenden Bilde repräsentirende Strecke (2mm multiplicirt, so bezeichnet der erhaltene Werth den Abstand, den die Linien des zweiten Systems, welche den äussersten Theilstrichen des Mikrometers entsprechen, von einander haben müssen, womit auch der Abstand der übrigen, den einzelnen Theilstrichen des Mikrometers entsprechenden Linien gegeben ist. Das vorstehende Bild, welches der Ebene eines Frontalschnitts, der die Chorda enthält, angehört, wurde mit Hülfe der erwähnten Linien erhalten, indem successive in jedem Schnitt die Ausdehnung, welche die im Schnitte vorliegenden Durchschnitte der betreffenden Skelettheile in frontaler Richtung besitzen, am Ocularmikrometer abgelesen und mit Hülfe des zweiten Liniensystems die jedem Theil zukommende Stelle durch Puncte an den betreffenden Linien des ersten Systems markirt wurde, wobei die Chorda in die Mittellinie fiel. Die erhaltenen

dickt [1]), ihr Ende zieht sich proximalwärts und distalwärts in einen kurzen Fortsatz (cf. Fig. 17 p. d.) aus, von denen der letztere durch einen nicht sehr beträchtlichen Zwischenraum von dem proximalen Ende der Pars lateralis des Sacrum getrennt ist, welches jederseits einen seitlich comprimirten Fortsatz aussendet (cf. Fig. 18 *p. p.*), der sich gegen die eben erwähnten richtet. In Betreff des Sacrums interessirt hier zunächst der Umstand, dass der 30. Wirbel durch relativ mächtige, aus gut entwickeltem Knorpelgewebe bestehende, jederseits von der Seitenfläche seines Körpers ausgehende Spangen mit der Pars lat. in continuirlichem Zusammenhang sich findet, somit hier ein Sacralwirbel ist, der seine gegenüber dem Verhalten an der Wirbelsäule der Erwachsenen vollkommnere Form auch durch den Umstand bekundet, dass die Bogenhälften desselben an ihrem distalen Rande, wenn auch nur in geringer Andeutung, die Anlage

Puncte, durch Linien verbunden, ergaben die Figur, die dann in einer Camera obscura verkleinert wurde. Dieses Verfahren, das nicht so zeitraubend ist, als es scheinen könnte, war im vorliegenden Fall nicht zu umgehen, da bei der Beschaffenheit des Objects ein Versuch Frontalschnitte anzufertigen, sicher missglückt und die Feststellung des Thatbestandes unmöglich gewesen wäre. Wo es sich um die Combination des in den einzelnen Schnitten einer langen Serie Gesehenen handelt und die einzelnen Schnitte nur wenig verschiedene Bilder bieten, aus denen mit Hülfe allein des Formengedächtnisses eine annähernd fehlerfreie Vorstellung der Gestalt der Theile kaum erlangt werden kann, dürfte sich das bezeichnete Verfahren wegen der Sicherheit der Vorstellung, die es gewährt, empfehlen.

[1]) Nachdem von GEGENBAUR (4. pag. 207—212) die Deutung der selbstständig ossificirenden Antheile der seitlichen Massen der 4 ersten Sacralwirbel als Rippenrudimente begründet worden, muss die hier sich zeigende Verdickung als auf einer Volumzunahme des im Seitenfortsatz enthaltenen, frühzeitig verschmolzenen, costalen Antheils beruhend angesehen werden, was um so sicherer ist, als die Existenz von Sacralrippen für den 25. und 26. Wirbel sich darin hat bestätigen lassen, dass der auf ein Rippenrudiment zu beziehende Antheil in Folge einer auffallenden Retardation der Verschmelzung sich in einem Fall (IV. I *A*) auch noch im knorpeligen Zustand als ein vom Wirbelkörper, dem Bogen und dem sehr reducirten Querfortsatz abgrenzbares Gebilde vorgefunden hat und wegen bereits erfolgter mächtiger Volumszunahme bereits in die Beziehungen zum Ilium getreten war, die GEGENBAUR für die Sacralrippen nachgewiesen hat. In Fig. 27 ist ein Querschnitt durch den 25. Wirbel des genannten Embryo dargestellt; derselbe lässt den costalen Antheil deutlich wahrnehmen. Vergleicht man den Querschnitt dieses Wirbels mit dem in Fig. 16 abgebildeten Querschnitt aus dem 25. Wirbel des oben im Texte erwähnten Embryo, so erscheint die Deutung, dass die verdickte, vorspringende Partie auf der Anwesenheit eines costalen Elementes in dem Seitenfortsatz des Wirbels beruhe, zweifellos; die Beschaffenheit des Knorpelgewebes lässt den auf das Rippenrudiment zu beziehenden Antheil auch noch einigermassen abgrenzen.

von Gelenkfortsätzen aufweisen. Mit dem 30. Wirbel schliesst aber das Sacrum hier nicht ab, es zeigen sich auch, was nicht erwartet war, für den 31. Wirbel Beziehungen zu demselben, die auf der rechten Seite dieselben sind, wie die zwischen dem 29. und 30. Wirbel bestehenden, nur mit dem Unterschiede, dass die Spange viel dünner ist, aus intercellularsubstanzärmerem Knorpel und an einer ganz beschränkten Stelle (im Holzschnitt nicht bezeichnet) aus indifferentem Gewebe besteht, links findet sich ein aus dicht aneinander gelagerten Zellen bestehender Gewebsstrang (im Holzschn. schraffirt dargestellt), der das distale Ende der Pars lateralis mit einem kurzen Fortsatz verbindet, der proximalwärts gerichtet vom Seitenfortsatz des 31. Wirbels ausgeht. Auch ohne auf weitere Stadien Bezug zu nehmen, muss es als die wahrscheinlichere Deutung dieses Befundes hingestellt werden, dass sich in demselben eine bereits eingeleitete Loslösung der 31 Wirbel aus der Verbindung mit dem Sacrum ausspricht. Dieses letztere erinnert durch seine langgestreckte Form, die geringe Breite und den Umstand, dass es sich distalwärts, zum Theil gar nicht und schliesslich nur wenig verjüngt, an primitivere Zustände [1]). Im Vergleich zu den Beziehungen, die das Sacrum der entwickelten Wirbelsäule zum Ilium hat, muss für das vorliegende Entwicklungsstadium hervorgehoben werden, dass das Ilium dem vom 26. und 27. Wirbel gebildeten Theil der Pars lateralis anliegt und der ventral am meisten vorspringende Theil der letzteren vom 26. und 27. Wirbel gebildet wird.

Im nächsten Stadium (IV. 3 *A*) ist der 25. Wirbel zwar auch noch vollkommen Lendenwirbel, das verdickte Ende des Querfortsatzes ist aber besonders links (rechts ist der Zwischenraum etwas grösser — cf. Fig. 28) der Pars lateralis schon sehr nahe gerückt. Das Sacrum hat die Beziehungen zum 31. Wirbel völlig aufgegeben, auch das distale Ende der Pars lateralis weist nicht mehr (etwa durch einen an demselben zu findenden Fortsatz) auf das Bestandenhaben derselben hin, während der 30. Wirbel im Uebrigen noch die Beschaffenheit hat wie im vorhergehenden Stadium. Obgleich aber dieses Sacrum, auch was die Gesammtform anlangt, sich von dem primitiven Verhalten des vorhin beschriebenen Objects entfernt hat, bietet sich an demselben doch noch ein auf frühere Zustände hinweisender Befund, nach dem an dem vorigen und den anderen Objecten vergeblich gesucht wurde. Nachdem für das Verhalten des

[1]) cf. Owen 3. pag. 106, 107. pl. 36.

25. Wirbels zum Sacrum ein Anhaltspunct erlangt worden, war unter Berücksichtigung der Thatsache, dass bei den meisten Cynopthecinen der 26. Wirbel der letzte Lumbalwirbel ist, darauf zu achten, ob sich auch für den 26. Wirbel ein relativ späterer Eintritt ins Sacrum werde nachweisen lassen. Eine hierauf hindeutende Spur findet sich an dem vorliegenden Objecte: die Pars lateralis stellt zwar ein Continuum dar, aber im Bereich des vom 26. und 27. Wirbel zu demselben beigetragenen Antheils dringt von der ventralen Seite her eine in axialer Richtung nur geringe Ausdehnung besitzende, indifferente Gewebsschicht (cf. Fig. 28) auf eine kurze Strecke in dasselbe ein und zeigt, dass die Verschmelzung der Seitenfortsätze der beiden Wirbel noch keine ganz vollständige ist. Mit Hülfe dieser Trennungsspur ist auch feststellbar, dass die äusserste Spitze der ventral am meisten vorspringenden Partie der Pars lateralis dem 26. Wirbel zugehört. Das Ilium ist am Sacrum weiter proximalwärts gerückt, es berührt dasselbe nur an beschränkter Stelle, die dem proximalen Theil des vom 27. Wirbel zur Pars lateralis gelieferten Antheils entspricht.

Im Laufe der weiteren Entwicklung wird der 30. Wirbel durch Reduction der ihn mit der Pars lateralis verbindenden Knorpelspange unter der Form eines Caudalwirbels selbstständig hingestellt. In dem auf das vorige folgenden Stadium (IV. 1 *A*) ist die Loslösung bereits erfolgt, das Ende der Seitenfortsätze des 30. Wirbels geht aber noch in eine kurze, proximalwärts gerichtete Spitze aus, das Rudiment der früher mächtigen Knorpelspange, die Anlage der Procc. art. dist. hat der Wirbel aber noch bewahrt. Für den 25. Wirbel handelt es sich um eine weitere Ausbildung seines Costalrudimentes, das indess in dem vorliegenden Object noch nicht mit der Pars lateralis verschmolzen ist. Diese Verschmelzung leitet sich in dem nächstfolgenden Stadium ein, wo (IV. 2) der 25. Wirbel in exquisiter Weise die Form eines Uebergangswirbels besitzt, der deutlich verdickte Seitenfortsatz desselben ist rechts (cf. Fig. 29) noch durch eine dünne Schicht Perichondrium von der Pars lateralis, der er breit auflagert, getrennt, während links in der noch dünneren (cf. Fig. 30) trennenden Schicht bereits Spuren beginnender Knorpelbildung getroffen werden können. Die völlige Verschmelzung ist in dem letzten Stadium (IV. 5) eingetreten; indess zeigt sich die Pars lateralis an der Stelle, wo die Grenze zwischen dem 25. und 26. Wirbel zu setzen ist, nicht sehr voluminös, was besonders gegenüber der massigen Entwicklung derselben im Bereiche des 27. und 28. Wirbels (welcher Theil sich

auch hierin als der ältere ausweist, auffällt. Mit dem Uebertritt des 25. Wirbels in's Sacrum leitet sich auch darin eine Formumgestaltung ein, dass die ventral am meisten vorspringende Partie der Pars lat., die früher vom 26. und 27. gebildet wurde, jetzt vom 25. und 26. getragen wird; demgemäss ist auch die distale Grenze der Berührungsfläche des Ilium aus dem Bereich des 27. Wirbels in den des 26. verlegt worden.

Aus dem Mitgetheilten geht hervor, dass bei der Entwickelung des menschlichen Sacrum ein Umbildungsprocess stattfindet, der mehr Wirbel betrifft, als in den einzelnen Stadien des Processes im »Sacrum« enthalten sind, der deshalb ein fortschreitender ist und sein Fortschreiten speciell dadurch zu Stande kommen lässt, dass er die am proximalen Ende des von ihm beherrschten Abschnittes befindlichen Wirbel nach Entfaltung ihres costalen Elementes ins Sacrum hinüberführt und im Gegensatz zu der Neuaufnahme am distalen Ende des jeweilen bestehenden Sacrum auf dem Wege der Reduction die gleiche Zahl von Wirbeln aus demselben austreten und damit in die Caudalregion übergehen lässt[1]).

[1] Die in Betreff der Entwicklung des Sacrum mitgetheilten Beobachtungen, die eine andere Auffassung, als die im Text gegebene, nicht zulassen, gestatten zugleich die Deutung eines Befundes, den ich nicht unerwähnt lassen will und der mir anfangs, als ich ausser demselben nur die dem entwickelten Zustande gleichkommenden Verhältnisse des Embryo IV. 3 kannte, Schwierigkeiten bereitete. Bei dem auf früher Entwicklungsstufe stehenden Embryo II. 3 findet sich ein Sacrum, dessen Pars lat. aus dichtem, eben in der Verknorpelung begriffenen Gewebe geformt ist, aber trotz des auch hierdurch documentirten, primitiven Zustandes participiren an der Pars lateralis der 25. bis 29. Wirbel und zwar betheiligt sich der 25. vorwiegend an derselben, indem der diesem Wirbel zuzutheilende Abschnitt der Pars lat. den grösseren Theil der ventral am meisten vorspringenden Partie derselben bildet. Hier zeigt sich somit der Befund, der bei der Auffassung, die typische Sacralwirbel statuirt, hinsichtlich des Sacrums verlangt werden musste. Bekanntlich hat GEGENBAUR den von ihm gegebenen Nachweis, dass im Sacrum der Vögel zwei, das primäre Sacrum bildende, typische Sacralwirbel existiren, auch dadurch begründet, dass (cf. 4 pag. 195, 196) er bei verschiedenen Vögeln (cf. besonders das über das Hühnchen Gesagte) den embryologischen Nachweis geführt hat, dass die beiden typischen Sacralwirbel mit ihren sehr ausgebildeten Querfortsätzen früher in terminale Verbindung treten, als die folgenden. Wenn nun auch bei dem in Rede stehenden menschlichen Embryo der 27. bis 29. Wirbel auch schon an der Bildung der Pars lateralis betheiligt sind, so ist doch der 25. Wirbel der am

Hieraus ist zugleich ersichtlich, dass der »Sacrum« genannte Wirbelcomplex als das zur Zeit gegebene Resultat des in Rede stehenden Umbildungsprocesses aufgefasst werden muss, für welches Identität der Form sehr wohl bestehen kann, das aber auf verschiedenen Entwicklungsstufen morphologisch different werden muss. Ferner geht hieraus hervor, dass die letzten Sacralwirbel im Gegensatz zu den beiden ersten nicht als accessorische bezeichnet werden können, da die beiden ersten die am spätesten zum Sacrum hinzutretenden sind, somit auch, wenigstens beim menschlichen Sacrum, nicht als typische gelten können. Und da die beiden späteren ersten Caudalwirbel als den Caudalwirbeln assimilirte Sacralwirbel zu bezeichnen sind, wird es sehr fraglich, ob die letzten als Sacralwirbel angelegten und diese Form behaltenden Wirbel überhaupt eine Beziehung zu Caudalwirbeln haben und nicht vielleicht, wie die beiden ersten, auf Lumbalwirbel zu beziehen seien. Indess wäre eine solche Auffassung aus dem erlangten Ergebniss nicht zu begründen. Die sacrale Beschaffenheit eines Wirbels ist zweifellos eine spätere und da in der Gruppe der Cynopithecinen, bei denen meist der 27. Wirbel der erste Sacralwirbel ist, bei einer in Betreff des Sacrum sich sehr primitiv verhaltender Form, Semnopithecus entellus, das Sacrum aus dem 27. und 28. Wirbel besteht, der 29. Wirbel somit Caudalwirbel ist, wäre es nicht unmöglich, dass der 29. Wirbel des Menschen aus einem Caudalwirbel entstanden, wobei in Betreff dieses Wirbels dann bei Semnopithecus ebenso das primitivere Verhalten vorläge, wie es zweifellos hinsichtlich des 25. und 26. Wirbels der Fall ist, die bei dieser Form lumbale Beschaffenheit bleibend besitzen, welche den homologen Wirbeln des Menschen als primitivere transitorisch zukommt. In Betreff des 30. und 31. Wirbels müsste dann angenommen werden, was an sich nicht undenkbar ist, dass sie zuerst Caudalwirbel gewesen, dann Sacralwirbel geworden seien und bei weiterem Fortschreiten der Sacrumbildung wiederum der Caudal-

---

meisten ausgebildete Sacralwirbel, was es gerechtfertigt erscheinen liess, ihn als den am frühesten sacral gewordenen zu betrachten und damit als einen typischen Sacralwirbel aufzufassen. Gleichwohl finden sich aber bei diesem Object nur 24 präsacrale Wirbel und das musste dazu veranlassen, zunächst an noch jüngeren Embryonen nach einem in früherer Embryonalzeit ausfallenden Wirbel zu suchen. Das hierbei erlangte negative Resultat, zusammengehalten mit den im Texte mitgetheilten Ergebnissen an späteren Stadien, lassen den in Rede stehenden Befund dahin deuten, dass es sich hier um ein sehr auffallendes Hinabgerücktsein der oberen Grenze der Zeit, in welche die Sacrumbildung fällt, um einen Fall »verwischter« Entwicklung (cf. F. Müller l. c. pag. 77) handelt.

region zugetheilt würden. Diese Verhältnisse dürften erst später sicherer zu beurtheilen sein, zunächst ist das erlangte Ergebniss in anderer Beziehung zu verwerthen.

Mit Hülfe desselben lassen sich die verschiedenen Zustände, in denen die Sacralregion und der an sie stossende Abschnitt der Lumbalregion in der Wirbelsäule des Erwachsenen sich finden, leicht deuten. Dass die Grenze zwischen der Sacral- und Lumbalregion häufig durch einen Uebergangswirbel eingenommen wird, ist durch zahlreiche in der älteren wie neueren Literatur aufgeführte Beispiele bekannt. Dürr [1], der ältere, hierhergehörige Beobachtungen citirt, meint einen solchen Lumbosacralwirbel weder bestimmt für einen Kreuzbeinwirbel noch für einen echten Bauchwirbel ansprechen zu können, und hält diese Bezeichnung deshalb für geeignet, weil sie nur ein unbestimmtes Urtheil über einen solchen Wirbel involvire. Meckel [2] dagegen unterscheidet zwei Kategorien, je nachdem der Uebergangswirbel »durch Breiter- und Grösserwerden des letzten Lendenwirbels« entstanden, oder durch eine »Umwandlung des obersten Heiligbeinwirbels in einen wahren« d. h. Lendenwirbel sich gebildet hat. Ausser diesen Auffassungen bestehen, soviel mir bekannt, noch zwei, welche die eine oder die andere der von Meckel bezeichneten beiden Möglichkeiten der Bildung eines Uebergangswirbels als die allein statuirbare hinstellen. Hohl [3] spricht sich mit Entschiedenheit dahin aus, dass der Uebergangswirbel ursprünglich ein Kreuzbeinwirbel sei, dessen aus einem eigenen Knochenkern entstehender Flügel eine mangelhafte Entwicklung zeigen könne; dem letzten Lendenwirbel fehle stets dieser Knochenkern, dieser Wirbel besitze diesen Knochenkern nicht und könne sich daher auch nicht in den Uebergangswirbel umwandeln. Im Gegensatz hierzu glaubt Bockshammer [4] in den von ihm untersuchten Fällen die Uebergangswirbel »ihrem eigentlichen Wesen nach unbedingt für Lendenwirbel erklären zu müssen«, wofür als wesentlichstes Argument das Erhaltenbleiben der Gelenke zwischen den Procc. artic. des »anomalen Wirbels« und des ersten Kreuzbeinwirbels gilt.

Diese zahlreich bekannt gewordenen Formen, aber auch andere Vorkommnisse, auf welche die Aufmerksamkeit weniger gerichtet gewesen ist, lassen sich in einheitlicher Weise deuten, wenn man, in

---

[1] l. c. pag. 200.
[2] l. c. pag. 60, 61.
[3] l. c. pag. 8, 9.
[4] l. c. pag. 3, 4, 9.

dem schon früher erwähnten Sinne, in ihnen noch jetzt und schon jetzt wahrnehmbare Illustrationen zur genealogischen Entwicklungsgeschichte der Wirbelsäule sieht. Dies durch Detailschilderungen des beobachteten Materials im Speciellen auszuführen, dürfte, da die Formen, um die es sich hier handelt, sehr bekannt sind, nicht nöthig sein, es seien nur einzelne Beobachtungen hervorgehoben. Deshalb glaube ich auch auf eine Zusammenstellung aller Fälle verzichten zu dürfen, zumal ein grosser Theil derselben, weil nicht die ganze Wirbelsäule vorgelegen, der Beurtheilung sich entzieht. — Bei der Deutung der einzelnen Formen ist es erforderlich, die Stellung des betreffenden Wirbels in der Gesammtreihe zu kennen, da dieselbe Form, je nach dem Wirbel, an dem sie vorkommt, eine verschiedene Bedeutung hat.

Alle am 25. Wirbel sich zeigenden, leicht in eine Reihe zu bringenden Formen, die Uebergänge darstellen zwischen der in seltenen[1]) Fällen noch zu beobachtenden, rein lumbalen Form und der dem ersten Sacralwirbel zukommenden, gehören in den Bereich des Atavismus, allmälig immer geringer werdende Grade desselben vorstellend. Unter diesen Uebergangszuständen verdienen diejenigen hervorgehoben zu werden, die sich aus der Stellung der ventralen Fläche des Körpers des 25. Wirbels zu der des 24. und 26. ergeben. So lange der 25. Wirbel noch die lumbale Form besitzt, bildet er mit dem 26. ein wohlmarkirtes Promontorium; wenn er aber bereits eine lumbosacrale Uebergangsform angenommen, oder schon durch Synostose mit der Pars lat. verbunden ist, bildet er auch mit dem 24. ein Promontorium. Von den beiden jetzt bestehenden Promontorien verwischt sich das

[1]) An 4 mir vorliegenden Wirbelsäulen, in denen der 25. Wirbel noch der letzte Lumbalwirbel ist, hat derselbe nur in einem Fall annähernd die Form, welche als die characteristische des letzten Lumbalwirbels angesehen werden kann, die Seitenfortsätze desselben sind mässig verdickt, gegen die Spitze hin leicht verjüngt, besitzen aber an ihrem distalen Rand schon einen stumpfen Vorsprung, dessen Spitze sich gegen die Pars lateralis richtet, von ihr aber durch einen weiten Zwischenraum getrennt ist, an den andern 3 Exemplaren zeigt sich eine allmälige Verdickung des Seitenfortsatzes, die auch die Spitze desselben abgerundet und massig erscheinen lässt, die übrigen Objecte bilden eine keine wesentliche Lücke zeigende Reihe von Uebergangsformen, die zu der Form eines ersten Sacralwirbels hinüberleiten. Unter diesen Formen sind die vollkommen symmetrischen als rein atavistische zu bezeichnen, während bei den asymmetrischen Formen der Atavismus sich in dem Umstand ausspricht, dass dieselben noch nicht vollkommen sacrale Beschaffenheit haben, im Uebrigen ist die der betreffenden Entwicklungsstufe des Wirbels zukommende Form zum Theil verwischt (cf. hierüber das in Betreff des 20. Wirbels Gesagte).

zuerst genannte, ältere (dem Promontorium von Hylobates homologe) immer mehr, während das andere, bleibende, deutlicher hervortritt. Auf das erstere hinweisende Spuren sind noch sichtbar, auch wenn der 25. Wirbel fast vollkommen erster Sacralwirbel geworden ist und zeigen sich, wenn die betreffende Intervertebralscheibe verknöchert, in einem allmälig niedriger werdenden Knochenwall, der auf der Grenze zwischen dem 25. und 26. Wirbel sich befindet.

In geringerer Zahl sind mir für den 24. Wirbel Uebergangsformen bekannt geworden, die diesem Wirbel eine nähere Beziehung zum Sacrum geben. Aus eigener Anschauung kenne ich 2 Fälle; in dem einen Falle hat der verdickte Seitenfortsatz beiderseits an der lateralen Hälfte seiner distalen Fläche einen mit breiter Basis aufsitzenden, massigen Vorsprung entwickelt, der auf eine von dem dorsalen Abschnitt der Endfläche der Pars lat. ausgehende Erhebung trifft und sich eng an dieselbe anlagert, ohne jedoch durch Synostose mit ihr zu verschmelzen[1]). Letztere wäre eingetreten in dem zweiten Falle (Wirbelsäule eines Kindes), in dem die oben angegebenen Verhältnisse nur weiter ausgebildet vorliegen. Weiter ausgeprägt ist die sacralwirbelartige Gestaltung in dem von GEGENBAUR[2]) mitgetheilten, die linke Hälfte des Wirbels betreffenden Fall, wo sich auch die Fac. auricularis bis zur Hälfte der Höhe des Seitenfortsatzes hinauferstreckt. In einer von GRUBER[3]) beobachteten Wirbelsäule, von welcher er sagt, sie bestehe aus »7 Hals-, nur 11 Brust-, 5 Lendenwirbeln, einem Kreuzbein mit 5 Wirbeln«, hat (falls ein Zweifel an der Richtigkeit der angegebenen Zahlen unbegründet wäre) der 24. Wirbel offenbar in sehr vollkommener Weise sacrale Beschaffenheit angenommen, dieser Fall würde somit die obere Grenze bezeichnen, welche die Umgestaltung des 24. Wirbels erreicht. Dieselben Formen (abgesehen natürlich von ganz untergeordnetem Detail) sind auch für den 25. Wirbel bekannt, bedeuten aber bei dem in Rede stehenden Wirbel das Entgegengesetzte, indem sie eine Zukunftsbildung darstellen und darauf hinweisen, dass der Process der Sacrumbildung, der beim Embryo sich an 7 Wirbeln abspielte, beim Erwachsenen weiter fortschreitend, sich auch auf den 24. Wirbel zu übertragen beginnt. Eine Unterscheidung zwischen Lumbosacral- und Sacrolumbalwirbeln kann somit nicht statuirt werden, wenn mit

[1]) Aehnlich scheint sich ein von OWEN beobachteter, sicher auf den 24. Wirbel zu beziehender Fall zu verhalten. cf. 4 pag. 109.

[2]) cf. 6 pag. 439, 440.

[3]) cf. 2 pag. 23.

letzterer Bezeichnung die Entstehung eines Uebergangswirbels aus einem Sacralwirbel und mit ersterer die Entstehung eines Sacralwirbels aus einem Lumbalwirbel bezeichnet werden soll, denn in beiden Fällen handelt es sich um die Umformung eines Lumbalwirbels in einen Sacralwirbel und für beide ist die Bezeichnung Lumbosacralwirbel festzuhalten, um damit die zeitliche Folge der Formzustände zu kennzeichnen.

In Betreff des Sacrums wäre zunächst zu erwähnen, dass, wenn dasselbe atavistischer Weise aus dem 26. bis 30. Wirbel[1]) besteht, es eine völlige auch in der Anwesenheit von Procc. art. dist. am 30. Wirbel sich ausdrückende Formidentität mit einem aus dem 25. bis 29. Wirbel bestehenden Sacrum haben kann. Wie sich ersteres dem letzteren morphologisch und damit schliesslich von Neuem auch in formaler Beziehung durch Hinzutritt des sich umgestaltenden 25. Wirbels nähert, ist, wie bereits erwähnt worden, auch aus den Zuständen des entwickelten Körpers ersichtlich. Ebenso persistiren mehrfach Uebergangszustände, welche den nach Reduction der Procc. art. dist geschehenden Uebertritt des 30. Wirbels in die Caudalregion illustriren. Ein exquisiter Fall sei hier erwähnt, in dem der 30. Wirbel links noch durch eine bereits ziemlich schmächtige Knochenspange mit der Pars lat. im Zusammenhang gehalten wird, während rechts die Knochenspange fast in der Mitte ihrer Länge eine die Trennung vorbereitende, spaltförmige Durchbrechung erfahren hat[2]). Wegen des Ortes, an dem die Durchbrechung stattfindet, sieht man auch gelegentlich das distale Ende der Pars lat. in einen kurzen, distalwärts gerichteten Fortsatz ausgehen, dem ein ähnlicher, vom Seitenfortsatz des 30. Wirbels ausgehender entgegensieht.

An der Configuration des Sacrum nimmt einen wesentlichen Antheil der Abschnitt der Pars lat., der die Facies auricularis trägt, an diesem äussert sich daher auch der Process, auf dem die Sacrumentwicklung beruht. Man könnte versucht sein, die Schwankungen, welche die Fac. auric. an verschiedenen Objecten hinsichtlich der von ihr eingenommenen Strecke und der Situation wahrnehmen lässt.

---

[1]) Dieser Wirbel ist selbstverständlich nur dann als zum Sacrum gehörig betrachtet worden, wenn die Seitenfortsätze desselben mit der Pars lateralis durch einen knorpeligen oder verknöcherten Theil im Zusammenhang sich finden.

[2]) Einen solchen Wirbel nenne ich einen Sacrocaudalwirbel und wende diese Bezeichnung auch dann an, wenn die Loslösung bereits auf beiden Seiten erfolgt ist, aber von den Seitenfortsätzen des Caudalwirbels ausgehende, proximalwärts gerichtete Fortsätze noch den früheren Zusammenhang mit dem Sacrum andeuten.

in welcher ihre ventral am meisten vorspringende Partie, speciell die Spitze derselben, sich findet, als auf rein individuellen Verhältnissen beruhend, etwas durch die verschiedene Neigung des Beckens [1]) bedingt, anzusehen, in diesen Verschiedenheiten somit untergeordnete Vorkommnisse zu erblicken; berücksichtigt man aber, dass im Laufe der embryonalen Entwicklung eine Verlegung der ventral am meisten vorspringenden Partie der Pars lat. auf Antheile der letzteren, die proximal gelegenen Wirbeln angehören und zugleich ein weiteres Vorrücken des Ilium sich constatiren lässt, so schliessen sich mit Bezugnahme hierauf die Verhältnisse beim Erwachsenen in eine mit primitiveren Formen beginnende und in weiter umgeformten ihr momentanes Ende findenden Reihe zusammen.

Vergleicht man Sacra, die aus dem 26. bis 30. Wirbel bestehen, mit einander, so wird man das Object, an welchem die Facies auric. mit ihrem distalen Ende am weitesten zurückliegt, für das primitivste halten müssen. An dem hiernach unter den mir vorliegenden (4) Objecten ausgewählten Exemplar findet sich die Fac. auric. von drei Wirbeln getragen, indem sie den proximalen Abschnitt des vom 28. Wirbel stammenden Antheils [2]) der Pars lateralis bedeckt, ihre ventrale Spitze steht au niveau mit der distalen Endfläche des 26. Wirbels und das proximale Ende etwas unter dem Niveau der proximalen Endfläche desselben Wirbels. An diesen Fall lassen sich die übrigen reihen; zwei von ihnen zeigen, wie der vom 28. Wirbel getragene Endabschnitt der Fac. auric. successive kleiner wird, gleichzeitig aber das proximale Ende derselben (bis etwas über das Niveau der proximalen Endfläche des 26. Wirbels) und die ventrale Spitze (fast bis zur Höhe der Mitte des Körpers des 26. Wirbels) proximalwärts vorgerückt sind. Das vermittelt den Zustand, in welchem die Fac. auric. auf die beiden ersten Wirbel beschränkt gefunden wird und diese Situation derselben ist bezeichnend für den bevorstehenden Uebergang auf den 25. Wirbel, der mittlerweile lumbosacrale Be-

[1]) Dass sich übrigens auch in Bezug auf diese primitiveren und höheren Entwicklungsstufen angehörige Verhältnisse würden nachweisen lassen, scheint mir sehr wahrscheinlich. Beachtenswerth ist, dass der Winkel, den die proximale Endfläche des Körpers des ersten Sacralwirbels mit der ventralen Fläche bildet, bei schwacher Beckenneigung grösser ist als bei starker.

[2]) Die Bestimmung dieser Antheile ist mit Benutzung der durch den Modus der Verknöcherung gegebenen Grenzen getroffen, die auch am Sacrum des Erwachsenen bei Vergleichung mit einem entsprechenden Object sich ziehen lassen. Eine Abbildung, in der die Gliederung, welche die Pars lateralis durch die Verknöcherung erfährt, schön dargestellt ist, hat FRENKEL gegeben (cf. l. c. Taf. XXV. Fig. 2).

schaffenheit angenommen. Ist die Verbindung desselben mit dem Sacrum eingeleitet, so überträgt sich die Fac. auric. auf ihn, und wird jetzt neuerdings von 3 Wirbeln getragen, wobei der ventral gerichtete Vorsprung vom 25. und 26. Wirbel gebildet wird. Je mehr sich der 25. Wirbel dem Sacrum assimilirt, um so mehr bildet er allein die ventral am meisten vorspringende Partie, um so mehr rückt aber auch die Fac. auric. an ihm empor. Es gilt als das normale Verhalten, dass die Fac. auric., zwar noch mit dem 27. Wirbel in Beziehung stehend, mit ihrem grössten Abschnitt dem 25. Wirbel angehört, welcher auch die ventrale Spitze bildet. Hierbei aber bleibt der am Sacrum erkennbare Umformungsprocess nicht stehen, denn es schliessen sich hieran Zustände des aus dem 25. bis 29. Wirbel gebildeten Sacrums, die den zukünftigen Uebertritt der Fac. auric. auf den 24. Wirbel in derselben Weise vorbereiten, wie das an dem atavistischen aus dem 26. bis 30. Wirbel gebildeten Sacrum ersichtlich ist. Das zeigt sich wieder zunächst daran, dass in einer Reihe von Objecten der dem 27. Wirbel angehörige Abschnitt der Fac. auric. gradatim immer kleiner wird (während die ventrale Spitze und das proximale Ende weiter proximalwärts gestellt sich zeigen). Damit ist der Uebergang zu denjenigen Fällen gebildet, wo sich die Fac. auric. zum zweiten Mal nur auf 2 Wirbel concentrirt zeigt. Aber auch wenn das der Fall ist, zeigen diese, als Zukunftsbildungen anzusehenden Objecte nicht absolute Formidentität, sondern eine allmälige Steigerung des Zustandes, der, so lange der 24. Wirbel noch nicht mit dem Sacrum in Contiguität getreten ist, in einer Form gipfelt, bei welcher das proximale Ende der Fac. auric. über dem Niveau der proximalen Endfläche des Körpers des 25. Wirbels liegt, zugleich aber die ventrale Spitze in die gleiche Höhe mit dem Rande dieser Fläche gerückt ist. Ist dann der 24. Wirbel in Continuität mit dem Sacrum getreten, so greift die Fac. auric. auf ihn über und wird jetzt zum dritten Mal von 3 Wirbeln getragen. In diesen Wiederholungen der die Neuaufnahme eines Wirbels ins Sacrum vorbereitenden Zustände der von der Fac. auric. eingenommenen Partie liegt ein bestätigendes Moment hinsichtlich der Berechtigung, die in Rede stehenden Verhältnisse als Begleiterscheinungen des Processes der Sacrumbildung aufzufassen, diese Verhältnisse bieten einen Anhaltspunct dafür, dem Fortschritt des Processes auch für die Zeit zu folgen, in welcher er an dem Wirbelbestand des jeweiligen Sacrum Nichts ändert und die Ausbildungsstufen der aus den gleichen Wirbeln gebildeten Sacra präciser zu schätzen.

C. Caudalwirbel.

Die Wirbel der Caudalregion der menschlichen Wirbelsäule werden nach übereinstimmender Auffassung aller Autoren, die diesen Wirbelsäulenabschnitt nicht rein descriptiv behandeln, als der Ueberrest eines früher wirbelreicheren Abschnittes gedeutet; dieselbe Deutung besteht auch hinsichtlich der gleichnamigen Region der Anthropoiden, unter denen namentlich der Orang in einzelnen Fällen noch weniger Caudalwirbel besitzen kann als der Mensch, der bekanntlich 4 oder in seltenen Fällen 5 Caudalwirbel hat, wobei in diesem Fall die Wirbelsäule mit dem 34. Wirbel endet. Beim Chimpanzé können noch mehr Caudalwirbel bewahrt geblieben sein, ich habe ein Object beobachtet, bei welchem der 36. Wirbel der letzte Caudalwirbel ist. Unter den Cynopithecinen zeigt, wie bekannt, namentlich das Genus Macacus Formen, bei denen die verschieden grosse Zahl der Caudalwirbel die allmälige Reduction der Caudalwirbelsäule illustrirt, die bei Inuus pithecus bekanntlich bis auf 3 bis 4 Wirbel geschwunden sein kann. Es war somit in Betreff der Caudalregion zu untersuchen, welches die Maximalzahl der Wirbel ist, die noch angelegt wird und da die Reduction sich auch in einer Vereinfachung der Gestalt der Wirbel äussert, war zu untersuchen, ob die sich anlegenden Wirbel in früheren Entwicklungsstadien eine vollkommenere Gestalt besitzen als im Körper des Erwachsenen. Wie hinsichtlich der Caudalwirbel stimmen die Autoren in der Deutung fast vollkommen überein, die dem bekannten, in gewissen embryonalen Entwicklungsstadien zur Beobachtung kommenden Vorsprung am hinteren Leibesende des Embryo zu geben sei. So bezeichnet Wyman[1]) denselben als »rudimentary tail« . . »extending considerably beyond the rudimentary legs«. Darwin[2]) bezeichnet den in Rede stehenden Theil, den der von Ecker (l. c. Taf. 30 Fig. 2) abgebildete Embryo zeigt als »tail or os coccyx«, der »like a true tail« vorspringe. Dieselbe Deutung gibt Canestrini[3]) dem Vorsprung, indem er sagt, der constant vorhandene, rudimentäre Caudalwirbelabschnitt besässe eine grössere Länge beim Embryo, und Quatrefages[4]) vertritt dieselbe Ansicht. Koel-

[1]) l. c. pag. 17.
[2]) l. c. pag. 15, 16.
[3]) l. c. pag. 91, 92.
[4]) l. c. pag. 625, 626.

LIKER[1]) macht über das Verhältniss des Skelets zu dem Vorsprung keine Angabe und bezeichnet ihn, den von COSTE beobachteten Embryo von 25—28 Tagen beschreibend, als eine »spitze, schwanzartige Verlängerung«, die an die Verhältnisse der Thierembryonen erinnere und sagt in Betreff eines späteren Stadiums, das hintere Leibesende trete nicht mehr säugethierartig hervor. ECKER, der die meisten Beobachtungen über das in Rede stehende Gebilde besitzt, sich jedoch hinsichtlich der Deutung desselben nicht mit Bestimmtheit ausspricht, constatirt[2]) in Betreff des Taf. 30 Fig. 2 abgebildeten Embryo, dass das sehr voluminöse Rückenmark bis zum Schwanzende gehe und dass das »schwanzförmige Körperende« in späteren Stadien sich zu einem rundlichen Höcker, dem «Steisshöcker« verkürze[3]); dass das Skelet ebenfalls zu dem Vorsprung in Beziehung stehe, deutet ECKER dadurch an, dass er in der Erklärung zu Fig. 8 der Taf. 29 sagt, das Steissbein rage noch schwanzförmig vor. Indem ich die von den Autoren vertretene Auffassung des oft besprochenen Gebildes am hinteren Leibesende des Embryo theilte, musste mir zunächst an der Untersuchung eines durch dasselbe gekennzeichneten Embryonalstadiums gelegen sein, da in Betreff der Frage nach der Maximalzahl der Wirbel, die zur Anlage kommt, hier die ausführlichste Auskunft zu erwarten war.

Der Embryo I. liess den bezeichneten Vorsprung deutlich wahrnehmen, dieser zeigt sich ventralwärts gekrümmt und läuft in eine stumpfe Spitze aus, deren äusserstes Ende wiederum leicht dorsalwärts gewandt ist. Die Untersuchung dieses Embryo hat Folgendes ergeben: Die Körper des 3. bis 24. Wirbels zeigen sich (den Anlagen des Atlas und Epistropheus kommen selbstverständlich Besonderheiten zu) in der Form halbcylindrischer Knorpelscheiben, die in gleichen (nur für die letzten allmälig etwas geringer werdenden) Entfernungen auf einander folgend, durch Schichten indifferenten Gewebes, welche in axialer Richtung[4]) fast dieselbe Dimension haben, wie die Wirbelkörper, von einander getrennt sind, nahe der dorsalen, fast planen Fläche, von der Chorda (die überall denselben Durchmesser besitzt und eine deutliche, sogar ziemlich starke cuticulare

---

[1]) l. c. pag. 133, 136.

[2]) l. c. Erklärung zu Fig. 8 der Taf. 31.

[3]) l. c. Erklärung zu den Figg. der Taf. 27 und 29.

[4]) Dieselbe entspricht der von der Chorda, als Axe der Wirbelsäule, bezeichneten.

Scheide[1]) wahrnehmen lässt) durchbohrt werden und dort, wo die dorsale mit den Seitenflächen zusammenstösst, in die kurzen mit ihrer Spitze dorsalwärts gerichteten Bogenhälften übergehen. Im Uebrigen sind aber nur noch für 9 Wirbel Anlagen erkennbar, die sämmtlich von einander durch eine schmale aber deutlich wahrnehmbare Schicht lockeren indifferenten Gewebes getrennt sind (cf. Fig. 1). Die Anlage des 33. Wirbels, des letzten der Reihe, ist repräsentirt durch 2, zu beiden Seiten der Chorda gelegene von dieser aber durch eine indifferente Zellmasse geschiedene, aus dicht aneinander gelagerten Zellen bestehende Gewebslager (cf. Fig. 1 im Vergleich zu Fig. 14), welche annähernd 4seitig prismatisch gestaltet und mit ihrer in einer Sagittalebene liegenden Längsaxe senkrecht zur Chorda situirt sind. Stellt man sich vor, dass die beiden Hälften der Anlage des 33. Wirbels durch Verdichtung des sie trennenden, die Chorda umgebenden, indifferenten Gewebes vereint würden, so resultirt daraus die Gestalt des 32. Wirbels, die der des 31. gleichkommt, nur dass bei diesem in dem von der Chorda durchsetzten, dichten Gewebslager beiderseits vom lateralen Theil der distalen Fläche aus eine Knorpelbildung eingetreten ist, die eine in axialer Richtung sehr geringe Dimension besitzende Knorpelplatte hat entstehen lassen, welche weder bei diesem, noch auch beim 30. Wirbel mit der der andern Seite sich vereint hat. Wohl aber ist dieses beim 29. Wirbel der Fall und von hier aus zeigen die weiter nach vorn gelegenen Wirbel bis zum 24. einen allmälig immer beträchtlicher werdenden, distalen Antheil ihrer Anlage in Knorpelgewebe, das in seinen seitlichen Partien an Intercellularsubstanz reicher erscheint (das ist in den Figg. 1 und 14 nicht besonders angedeutet, welche die Gesammtanlage, durch die erwähnten schmalen Schichten indifferenten Gewebes getrennt, darstellen), übergeführt und es ist bemerkenswerth, dass auch bei dem 3. bis 24. Wirbel an den Stellen, wo der Körper in den Bogen ausgeht, der Knorpel die mächtigere Intercellularsubstanz besitzt (ob dem 25. bis 29. Wirbel in die Seitenwand des das Medullarrohr enthaltenden Canals sich erstreckende Bogenantheile zukommen, konnte nicht deutlich ersehen werden). Der 33. Wirbel und zum Theil auch noch der 32. (cf. Fig. 1) sind in der Basis des an der ventralen Seite besonders deutlich durch eine tiefe Furche (cf. Fig. 1 f.) abgegrenzten schwanzförmigen Vorsprungs enthalten,

[1]) Die Bezeichnung ist im Sinne GEGENBAUR's gebraucht, der (cf. 5 pag. 126—128) die Nomenclatur der Chordascheiden definitiv festgestellt hat.

im Uebrigen wird derselbe (cf. Fig. 1) in seinem ventralen Abschnitt aus völlig indifferentem, lockerem Gewebe gebildet, welches von der Chorda durchsetzt wird, die fast bis zur Spitze desselben reicht, der dorsale Theil enthält in eine geringe Schicht desselben indifferenten Gewebes eingehüllt, wie ich übereinstimmend mit Ecker finde, das distale Ende des Medullarrohrs, welches innerhalb des Vorsprungs rasch an Volum abnimmt und mit seinem äussersten, nur vom Hornblatt bedeckten Ende die Spitze des Vorsprungs einnimmt.

Aus dieser Beobachtung geht ohne Weiteres hervor, dass der »schwanzförmige« Vorsprung nicht bedingt sein kann durch einen in diesem Stadium an Wirbeln reicheren caudalen Abschnitt der Wirbelsäule, der einen Theil der letzteren über die Körperoberfläche hinausragen liesse, der fragliche Vorsprung kann also nicht wohl einem »true tail« verglichen werden. Wie wenig aber auf die frühere Existenz eines solchen aus der Anwesenheit des Vorsprungs während einer bestimmten Embryonalzeit geschlossen werden kann, geht aus der Untersuchung späterer Stadien hervor.

In einem solchen (cf. Fig. 2) ist der Vorsprung noch deutlich sichtbar und an der ventralen Seite durch eine seine Basis umziehende Furche (cf. Fig. 2 f.) scharf gegen die übrige Körperoberfläche abgegrenzt, nur hat der Vorsprung an Länge abgenommen und zeigt sich mehr abgerundet, der dorsale Theil desselben enthält auch in diesem Stadium das reducirte Ende des Medullarrohrs, welches bis an die äusserste Spitze des Vorsprungs reicht. Die Wirbelsäule, welche jetzt die Maximalzahl ihrer beim Menschen überhaupt zur Anlage kommenden Wirbel besitzt, ragt mit ihren beiden letzten Wirbeln dem 34. und 35. in das Innere des Vorsprungs hinein; die Chorda, der die bilaterale Anlage des 35. Wirbels (dieser ist daher in der Figur nicht sichtbar; auf die Beschaffenheit der Caudalwirbel wird später näher eingegangen) nicht direct anliegt, lässt, in eine dichte, zugleich auch die Wirbel umhüllende Gewebsschicht eingelagert, einen kurzen Endtheil über die Wirbel distalwärts hinausragen. In einem noch weiteren Stadium (cf. Fig. 3) ist das Vorhandengewesensein des in Rede stehenden Vorsprungs am hinteren Leibesende nur durch eine ganz verflachte, in kurzer Ausdehnung quer über dasselbe weggehende Furche (cf. f. im Vergleich zu f. in den Figuren 1 und 2) leicht angedeutet. Die Wirbelsäule besitzt dieselbe Zahl der Wirbel wie im früheren Stadium, nur sind die letzten etwas massiger geworden und die Chorda (cf. Fig. 4 ch) überragt jetzt mit einem stark aufgeknäuelten Ende die Serie der

Wirbel. Die Chorda reicht indess nicht bis hart an die Oberfläche des jetzt abgerundeten hinteren Leibesendes, es behauptet vielmehr auch jetzt das distale Ende des mittlerweile stärker reducirten Endabschnittes des Medullarrohres (cf. Fig. 3 und 4 mr) seinen früheren, der Spitze des Leibesendes mehr genäherten Platz, steht aber mit dem Hornblatt nicht mehr in Contiguität, da eine ziemlich voluminöse Schicht von Geweben des mittleren Keimblatts es einhüllt. Ueberblickt man die geschilderten Verhältnisse, so muss, nachdem in dem zuerst erwähnten Stadium ersehen wurde, dass die Entstehung des Vorsprungs durch das Verhalten der Wirbelsäule nicht bedingt sein kann, für die späteren Stadien zugegeben werden, dass auch das Verschwinden desselben nicht die Folge des Verhaltens der Wirbelsäule ist. Das in Fig. 2 abgebildete Stadium, isolirt betrachtet, könnte, da hier in der That ein frei vorspringender Theil sich findet, der auf frühere Zustände zurückweisende Wirbel enthält, dazu veranlassen, das Verschwinden des Vorsprungs mit Vorgängen an der Wirbelsäule in einen Causalzusammenhang zu bringen und anzunehmen, das Verschwinden des Vorsprungs sei eine Folge der Reduction dieser Wirbel. Dass aber Solches nicht zu statuiren ist, geht aus dem zuletzt erwähnten Stadium hervor, hier ist zwar der Vorsprung nur noch schwach angedeutet, die Wirbelsäule im Gegentheil aber reicher entfaltet, wobei in Bezug auf den caudalen Abschnitt besonders das Verhalten der Chorda zu betonen ist, welche, im Vergleich zu früheren Stadien, jetzt einen längeren Endabschnitt zeigt, und eben durch die Länge dieses Endabschnittes darauf hinweist, dass dieser in weiter zurückliegenden Zuständen mit einer grösseren Zahl von Wirbeln in Beziehung gestanden, die längst geschwunden sind, während die allein übrig gebliebene Chorda, in verspätetem Längenwachsthum, sich dem jetzt gegebenen Terrain accommodiren und deshalb sich aufknäueln muss. Während sich so an der Wirbelsäule Spuren finden, die auf eine früher grössere Ausdehnung derselben hinweisen, ist aus dem Vorsprung als solchem hierfür kein Anhaltspunct zu gewinnen. An dem Verschwinden desselben ist die Wirbelsäule gar nicht betheiligt, nur in ganz untergeordneter Weise gilt das für das Medullarrohr, insofern die Reduction des Endes desselben die Spitze des Vorsprungs an der dorsalen Seite etwas einsinken und damit dorsalwärts sich krümmen lässt; der Hauptsache nach ist das Verschwinden des Vorsprungs eine Folge der Volumszunahme des hinteren Leibesendes, wobei, wie der Vergleich der Figuren 1, 2 und 3 deutlich zeigt, besonders das subvertebrale, den

Endabschnitt des Darmes nahe und hart an der Ausmündung desselben dorsal umgebende Gewebe eine Rolle spielt; indem dasselbe immer massiger wird, verlegt es den Grund der den Vorsprung an seiner ventralen Seite umziehenden Furche weiter distalwärts und da diese hierbei seichter wird, muss der Vorsprung dabei allmälig immer weniger deutlich in die Erscheinung treten. Er selbst schwindet nicht, da seine Oberfläche in die Körperoberfläche aufgenommen wird und da dieses ohne Flächenverringerung geschieht, so kann er auch nicht einen rudimentären Schwanz, wie solcher sich etwa in verschiedenen Zuständen der Rückbildung bei Primaten oder anderen Säugern findet, vorgestellt haben. Das ist schon nach dem Gesagten nicht wohl zu bezweifeln und erhält seine Bestätigung durch eine Beobachtung, die sich an dem Embryo des zuletzt erwähnten Stadiums geboten hat.

Am hinteren Leibesende dieses Embryo findet sich ein annähernd zapfenförmig gestaltetes Gebilde (cf. Fig. 3 und Fig. 15 *cdr*), das mit einem ziemlich kurzen Stiel aufsitzt und sein kolbig angeschwollenes Ende an der Körperoberfläche deutlich hervortreten lässt; es besteht dieses Gebilde aus dichtem Bindegewebe und findet sich vermittelst des Stiels mit dem Bereich des mittleren Keimblattes in Continuität, das Hornblatt überzieht den Stiel und das kolbige Ende.

Die Deutung dieses Gebildes anlangend, ist zunächst das Verhältniss desselben zum Vorsprung ins Auge zu fassen. Dass es nicht aus einer Reduction desselben hervorgeht, ist, auch abgesehen von dem bereits über das Verhalten des Vorsprungs Gesagten, schon daraus klar, dass beide gleichzeitig gesehen werden, es kann auch nicht wohl die umgeformte Spitze desselben repräsentiren, da diese, nachdem das Medullarrohr, das sie früher einnahm, sie verlassen und sich auch mit seinem Ende in's Gebiet des mittleren Keimblattes hineingesenkt, eher eingezogen sein müsste; auch könnte hiergegen der Umstand sprechen, dass das in Rede stehende Gebilde nur einmal zu Beobachtung gekommen, was nicht nur an der meist mangelhaften Conservirung der kritischen Stelle der untersuchten Embryonen gelegen hat, da an einzelnen Embryonen, bei denen diese Stelle völlig intact sich fand, dasselbe nicht gesehen werden konnte. Das Verhalten des Vorsprungs bietet somit keine Basis für die Deutung des vorliegenden Gebildes, das nicht aus dem Vorsprung, wohl aber gelegentlich im Anschluss an ihn zur Entwicklung zu kommen scheint. Dagegen ist der Ort, an dem es sich befindet, bezeichnend: er ent-

spricht der Stelle, die der verlängert gedachte Endabschnitt der Wirbelsäule erreichen würde; dieser Umstand, zusammengehalten mit der Thatsache, dass bei Inuus pithecus, wie bekannt, an der Stelle der Haut, der das Ende der Wirbelsäule anlagert, ein relativ ziemlich langer, zapfenförmiger Anhang sich findet, dessen Deutung als Caudalrudiment nicht beanstandet werden kann, berechtigt dazu, auch das vorliegende Gebilde als Caudalrudiment zu deuten. An einem auf etwaige, noch übrig gebliebene Skeletreste untersuchten Caudalrudiment von Inuus fand sich nichts auf das Skelet zu Beziehende; dagegen zeigte das Rudiment in seinem vom Integument umschlossenen Innern in lockerem, fetthaltigem Bindegewebe ein starkes, central gelegenes, arterielles Gefäss (über dessen etwaigen Zusammenhang mit der art. sacral. med. sich nichts ermitteln liess) und eine in Begleitung desselben verlaufende Vene; somit ist das Caudalrudiment von Inuus, nicht nur was das Volum anlangt, weniger reducirt als das des menschlichen Embryo. Die durch das letztere repräsentirte Reductionsstufe findet sich vertreten beim Chimpanzé. Unter drei auf ein Caudalrudiment untersuchten (in Alkohol conservirten) Exemplaren findet sich bei dem einen ein sehr deutlich (cf. Fig. 13 *cdr*) wahrnehmbares Rudiment, das, wie durch dasselbe gelegte Längsschnitte zeigen, aus einem gut abgegrenzten, grössere Gefässe nicht einschliessenden, höckerförmigen Vorsprung der Haut besteht, dessen Basis dem letzten Caudalwirbel entspricht, der diese fast berührt. Bei dem zweiten Exemplar ist das Rudiment zwar noch sichtbar, zeigt sich aber etwas abgeflacht und verliert sich mit seiner Basis allmälig in die Umgebung, und bei dem dritten Exemplar hat die Rückbildung auch diese Spur verwischt, indem die betreffende Stelle völlig in das Niveau der übrigen Haut zurückgesunken ist und sich durch Nichts mehr von ihr unterscheidet [1]).

---

[1]) Der Erste, der den Chimpanzé anatomisch untersucht hat, Tyson, ist, soviel mir bekannt, der einzige Autor, der Angaben macht, die sich auf die Existenz eines Caudalrudiments beim Chimpanzé beziehen lassen. Tyson (l. c. pag. 14) sagt zwar »Our Pygmie had no Tail« fügt aber hinzu, »but an Os Coccygis, as in Man, which outwardly made a little apparence« und in der Erklärung der citirten Figur (Fig. 2) heisst es (pag. 17): »At the Os Coccygis there is a little Protuberance, but nothing like a Tail« und pag. 96 »A little above the Anus there is a black Spot, which represents a small Protuberance of the Os Coccygis«. Nach den citirten Angaben und der Zeichnung zu urtheilen, könnte es sich hier um ein Caudalrudiment gehandelt haben, welches bereits so weit reducirt worden, dass es sich nicht mehr scharf von der Umgebung absetzt. An zwei Exemplaren vom Orang habe ich kein äusserlich wahrnehmbares

Das Mitgetheilte gestattet, jetzt etwas näher auf die Deutung des »schwanzförmigen« Vorsprungs einzugehen. Ein Homologon eines Schwanzes, wenn man unter dieser Bezeichnung einen über die Körperoberfläche hervorragenden Theil versteht, der in seinem Innern einen Abschnitt des Axenskelets enthält, kann der Vorsprung, wie bereits bemerkt, nicht sein, da er in dem Stadium unter den von mir untersuchten, in welchem er am längsten ist, nur in seiner Basis einen Wirbel enthält, welcher zudem zu den bleibenden der Wirbelsäule gehört. Ein rudimentärer Schwanz, welche Bezeichnung nur einem Theil zukommen kann, dessen Skelet entweder bereits sehr reducirt worden, oder wie bei Inuus und beim Chimpanzé, völlig geschwunden ist, der aber noch über die Körperoberfläche hervorragt, kann der Vorsprung nach dem Mitgetheilten gleichfalls nicht sein, indem sich ein bereits sehr reducirtes, äusserlich wahrnehmbares Caudalrudiment, das zudem in den meisten Fällen nicht vorhanden ist, unter Verhältnissen hat nachweisen lassen, die es unzweifelhaft machen, dass dasselbe mit dem Vorsprung nicht identisch ist. Es könnte sich aber auch darum handeln, dass in letzterem die Anlage zu einem Schwanz vorliegt, die nicht weiter ausgebildet wird. Dies muss aber, obgleich der 34. und 35. Wirbel in dem Vorsprung zur Entwicklung kommen, unwahrscheinlich scheinen, da der Vorsprung in das hintere Leibesende aufgenommen wird, und da sich auch eine andere Möglichkeit, ihn zu interpretiren, bietet. Hierfür gewährt das Verhalten des Medullarrohrs einen Anknüpfungspunct; dasselbe reicht bis zur äussersten Spitze des Vorsprungs und bildet, auch wo durch Reduction seines distalen Endes das spätere Filum terminale schon angedeutet ist, fast ausschliesslich den dorsalen Abschnitt des Vorsprungs und muss deshalb in früherer Embryonalzeit einen noch bedeutenderen Antheil zunächst an der Zusammensetzung des Vorsprungs gehabt haben. Berücksichtigt man nun, dass, wie schon von Rathke (l. c. pag. 25—27) eingehend erörtert worden,

---

Caudalrudiment finden können, im Genus Hylobates würde es aber sehr wahrscheinlich noch anzutreffen sein. Dass auch beim erwachsenen Menschen ein äusserlich wahrnehmbares Caudalrudiment sich vorfinden könne, ist nicht selten behauptet worden, die Möglichkeit eines solchen Vorkommnisses ist selbstverständlich nicht in Abrede zu nehmen; indess kann ich auf dasselbe nicht näher eingehen, da die mir bekannt gewordenen Angaben zum Theil Zweifel hinsichtlich der Richtigkeit der Deutung zulassen, zum Theil nicht genau genug sind. In Betreff einer Zusammenstellung hierhergehöriger Fälle cf. Quatrefages (l. c. pag. 625) und Canestrini (l. c. pag. 91, 92).

die Entwicklungsvorgänge am Medullarrohr im Bereiche des Kopfes die Gestaltung desselben längere Zeit vollkommen beherrschen und das relativ früh eintretende Längenwachsthum des Medullarrohrs als Ursache dafür anzusehen ist, dass den drei höheren Wirbelthierclassen angehörige Embryonen in frühen Stadien der Entwicklung eine sehr auffallende Krümmung ihrer Längsaxe zeigen, so darf man annehmen, dass die Gestaltung des hinteren Leibesendes ebenfalls von dem Medullarrohr derart beeinflusst wird, dass letzteres, indem es in seinem Längenwachsthum dem der anderen, an der Zusammensetzung des hinteren Leibesendes Theil habenden Bestandtheile vorauseilt, an demselben einen Vorsprung erzeugt, dessen grössere Länge in früheren Stadien damit verständlich erscheint. Der Einfluss des Medullarrohrs auf die Gestaltung der im hinteren Leibesende sich findenden Theile äussert sich auch in einer anderen Weise, was mir aus der Form hervorzugehen scheint, die der distale Abschnitt der Wirbelsäule in einem Falle bot. Beim Embryo III. 3 (cfr. Fig. 10, 11 und 12) erscheint der genannte Theil der Wirbelsäule fast rechtwinkelig geknickt, was keineswegs auf eine mechanische Verletzung des Untersuchungsobjects zurückzuführen ist, wie aus dem Verhalten des Hornblattes festzustellen war. Den Winkel der Knickung nimmt der 32. Wirbel ein, dieser und der 31. weichen dabei etwas nach rechts, der 33. bis 35. etwas nach links von der Medianebene ab. Mit diesem Verhalten der Wirbelsäule trifft ein abweichendes Verhalten des Medullarrohrs zusammen. Während dasselbe bei einem älteren Embryo (IV. 3 cfr. Fig. 3) noch über das Ende der Wirbelsäule hinaus reicht, hört es im vorliegenden Fall schon am 32. Wirbel auf, und es darf wohl angenommen werden, dass in diesem Fall das ursprüngliche Längenwachsthum des Medullarrohrs nicht so bedeutend gewesen ist, als in anderen Fällen, daher dem später sich entwickelnden Theil der Wirbelsäule hier ein geringerer Raum geboten war, weshalb dieser Theil eine abweichende Gestalt annehmen musste. Die beträchtliche Länge des Medullarrohrs in frühen Stadien muss, besonders wegen der am distalen Ende desselben eintretenden Reduction, ohne Zweifel darauf bezogen werden, dass das Medullarrohr im entwickelten Zustand früherer Formen eine grössere Erstreckung besass; da aber nicht wohl zu widerlegen sein dürfte, dass die Entstehung des Vorsprungs ebenso eine untergeordnete Folgeerscheinung des relativ starken Längenwachsthums des Medullarrohrs ist, wie die Krümmung des Leibes des Embryo, so muss es unstatthaft erscheinen, die Existenz des Vorsprungs für den

Nachweis genealogischer Beziehungen verwerthen zu wollen [1]). In berechtigter Weise auf diese zu beziehende Spuren finden sich ausser der bereits angeführten am caudalen Theil der Wirbelsäule. Gelegentlich der Erörterung über die Sacralregion ergab sich, dass die proximale Grenze des hier zu betrachtenden Wirbelsäuleabschnitts keine feste ist; es ist daher selbstverständlich, dass bei gleicher Gesammtzahl der Wirbel die Zahl der Caudalwirbel eine verschiedene sein muss. Die Maximalzahl derselben beträgt sechs, wenn der 29. Wirbel das Sacrum abschliesst, da, wie bereits bemerkt, 35 Wirbel zur Anlage kommen. Diese Gesammtzahl findet sich als Maximalzahl bei 9 von den untersuchten Embryonen; es besteht daher nur eine geringe Wahrscheinlichkeit, dass bei fortgesetzter Untersuchung die Anlagen von noch mehr Wirbeln sich würden nachweisen lassen. Wie der 30. Wirbel durch Reduction der seinen Seitenfortsatz mit der Pars lateralis verbindenden Knorpelspange Caudalwirbel wird, ist bereits erwähnt worden; nach erfolgter Reduction der letzteren stellt das Perichondrium derselben die Anlage des Lig. sacrococcygeum laterale (cf. Fig. 30 s. c. l) dar, eine weitere die Anlage der Procc. art. dist., die der 30. Wirbel auch als Caudalwirbel noch zeigen kann (IV. 1 *A*. IV. 3), betreffende Reduction gibt diesem Wirbel die ihm unter gewöhnlichen Verhältnissen als erstem Caudalwirbel zukommende Gestalt. In dem Stadium, welches die Entwicklung des Sacrums auf ihrer frühesten Stufe zeigte (III. 2), hatte der 31. Wirbel noch Beziehungen zu dem Sacrum und es ist hier in Bezug auf diesen Wirbel nachzutragen, dass demselben in diesem Zustande auch deutliche, dorsal gerichtete

[1]) Eine vergleichende Untersuchung der Embryonen zweier sich nahe stehender Formen, von denen die eine keinen, die andere einen entwickelten Schwanz besitzt, könnte darüber entscheiden, in wiefern am hinteren Leibesende der ersteren auftretende Reliefverhältnisse mit Sicherheit auf eine (nicht weiter zur Ausbildung gelangende) Anlage eines Schwanzes zu beziehen wären, und ob bei der zweiten Form, bevor die Anlage eines Schwanzes geschieht, Verhältnisse sich zeigen, die die Anlage eines Schwanzes nur vortäuschen. — Hierbei würde sich zugleich darüber eine Vorstellung erlangen lassen, wie in den Fällen, wo das sehr reducirte Caudalrudiment des Menschen existirt, dasselbe zur Entwicklung gelangt. Ueber die bezeichneten Fragen Auskunft zu erlangen, hätte in sofern Interesse, als dabei auch im Hinblick auf andere Vorkommnisse in der embryonalen Entwicklung Anhaltspuncte sich bieten würden, im gegebenen Falle zu entscheiden, ob ein zu beurtheilendes Verhältniss in die von dem Embryo repräsentirte »geschichtliche Urkunde« hineingehört oder ob eine aus einem andern als dem von F. MÜLLER (l. c. pag. 77) bezeichneten Grunde zu Stande gekommene Fälschung dieser Urkunde vorliegt.

Bogen (cf. Fig. 25 *ac* zukommen, die, indem sich ihr dorsales Ende in axialer Richtung etwas verbreitert zeigt, hierin auf eine Anlage zu Procc. art. dist. und prox. hinweisen. In einem weiteren Stadium (für dessen Vorgerücktsein als Kriterium der Fortschritt, den die Entwicklung des Sacrum gemacht hat, gelten kann) zeigt der 31. Wirbel, wenn er schon erster Caudalwirbel geworden (IV. 3 *A*), Bogenrudimente in der Gestalt kurzer, vom Seitenrande der dorsalen Fläche seines Körpers ausgehender Fortsätze; diese kann er, wenn er den zweiten Platz in der Caudalregion einnimmt (IV. 3) schon verloren haben, besitzt hier aber noch kurze Seitenfortsätze, deren Nichtvorhandensein bei anderen Objecten (III. 1, IV. 1 *A*) ihn in der Gestalt einer ovalen, mit der längeren Axe transversal gestellten, von der Chorda durchbohrten Scheibe erscheinen lassen. In Betreff der übrigen Caudalwirbel ist es, da die bei den einzelnen Embryonen sich findenden Verhältnisse sich nicht in eine an allen Puncten stetig fortschreitende Entwicklungsreihe zusammenstellen lassen, im Interesse der Vermeidung von Wiederholungen nöthig, den Befund an einem Object voran zu stellen, und hieran das in den übrigen Fällen hinsichtlich der einzelnen Wirbel Beobachtete, soweit es hier ein Interesse hat, anzuschliessen. In dem Stadium des Embryo IV. 3 (cf. Figg. 3, 4, 5) hat der 32. Wirbel, als dritter Caudalwirbel, die Gestalt, die für den 31. als die reducirteste soeben beschrieben wurde. Der 33. Wirbel besitzt annähernd die Form eines Hufeisens, welches, von der ventralen Seite her die Chorda umgreifend, seine Branchen dorsalwärts richtet und die Chorda innerhalb seiner Concavität in lockeres Gewebe eingebettet enthält. Der 34. Wirbel besteht aus zwei fast völlig getrennten Hälften, die, rechts und links von der Chorda gelegen nur in ganz geringer Ausdehnung an der ventralen Seite der letzteren mit einander in Verbindung stehen und in etwas grösserer Ausdehnung in ihrer lateralen Partie mit dem 33. Wirbel verschmolzen, aber durch die Stellung der Knorpelzellen noch deutlich abgrenzbar sind. Den 35. Wirbel repräsentiren ebenfalls zwei, rechts und links von der Chorda gelegene, rundliche Knorpelstücke, die median durch eine, die Chorda umgebende, indifferente Gewebsschicht getrennt sind, während jede Hälfte mit der entsprechenden des 34. Wirbels in derselben Weise, wie sie für den 33. und 34. Wirbel angegeben wurde, verbunden sich zeigt.

Aus den Befunden an den übrigen Embryonen ist in Betreff der drei letzten Wirbel hervorzuheben, dass der 34., sowohl wenn das Sacrum den 30. Wirbel noch einschliesst (IV. 3 *A*) als auch wenn

der 29. Wirbel der letzte Sacralwirbel ist (III. 1, III. 3), gegenüber dem 33. völlig getrennt ist, und dass auch der 35. bei dem jüngsten, diesen Wirbel schon besitzenden Embryo (II. 3) seine linke eben zur Differenzirung gelangte Hälfte (das Verhalten der rechten war nicht feststellbar) als isolirtes Gebilde zeigt, was auch beim Embryo IV. 3 *A* auf der linken Seite (auf der rechten ist die Verschmelzung eingeleitet) der Fall ist. Die Hälften des 35. Wirbels haben die Form kleiner kugeliger oder ovoider Körper, während die des 34. Wirbels, so lange sie noch isolirt sind, längliche, mit der medianwärts leicht gekrümmten Längsaxe die Chorda unter einem rechten Winkel kreuzende Knorpel darstellen. Der 34. und 35. Wirbel kommen sonach in derselben Weise zur Anlage wie die vorhergehenden Wirbel [1]). Die

[1]) Sicher lässt sich behaupten, dass die drei letzten Wirbel, der 33. (cf. das über den Befund beim Embryo I Mitgetheilte) und die beiden ebengenannten eine bilaterale Anlage haben, indem die beiden Hälften eines jeden derselben zu beiden Seiten der Chorda isolirt zur Anlage kommen. Dabei macht sich in Betreff dieser Wirbel die bemerkenswerthe Thatsache geltend, dass ihnen im Lauf ihrer embryonalen Entwicklung Urwirbel im Sinne Remak's nicht vorhergehen (ganz zweifellos ist das in Betreff des 34. und 35. Wirbels). Auf das Interesse, das letzterer Umstand hat, kann hier nicht eingegangen werden; dagegen ist darauf hinzuweisen, dass die Thatsache, dass hier Wirbel vorliegen, deren späterer Körper in zwei isolirt entstehenden Hälften sich anlegt, das Interesse hat, dass in ihr eine auch aus den Verhältnissen bei einem Säugethier sich ergebende Bestätigung der Auffassung liegt, die Gegenbaur (cf. 3 pag. 598) hinsichtlich des Verhältnisses gegeben, in dem der »Wirbelkörper« zu den oberen Bogen steht. Indem Gegenbaur betont, dass die Bogen »das Primäre am Wirbel« seien, da sie bereits vorhanden sind, bevor noch ein aus der skeletogenen Schicht im Anschluss an die Basen der Bogen (cf. 1 pag. 23; 2 pag. 395, gebildeter Wirbelkörper besteht, die knorpeligen Bogen auch nie in Beziehung zu einem knorpeligen Wirbelkörper discrete Theile vorstellen (cf. 2 pag. 406), ist damit der Wirbelkörper als eine gegenüber den Bogen secundäre Bildung bezeichnet. Derselbe geht somit unter Mitbetheiligung perichordalen Gewebes aus einer Vereinigung der der Chorda anlagernden, basalen Theile der Bogen hervor, und was gewöhnlich bei vorhandenem Wirbelkörper »Bogen« genannt wird, kann nicht als ein Fortsatz des Körpers angesehen werden; derselbe ist vielmehr als der nicht in die Wirbelkörperbildung aufgegangene Theil der Bogen anzusehen. Die im vorliegenden Fall beobachteten Hälften des späteren Wirbelkörpers sind somit den basalen Theilen ursprünglicher Bogen homolog zu setzen, und es wird hier in der Anlage der Wirbel im Princip ein Zustand wiederholt, der bekanntlich bei vielen Fischen persistent ist. Da nun aber die weiter proximal gelegenen Wirbel (cf. den Befund beim Embryo I) zum Theil an discreten, seitlich von der Chorda gelegenen Stellen den Beginn der Knorpelbildung zeigen, zum Theil an den Stellen, die der Uebergangsstelle der sogenannten Bogen in den Körper entsprechen, das ältere Knorpelgewebe wahrnehmen lassen, Verhältnisse, die mit den Beobachtungen Bruch's (l. c. pag. 62, 95) im Einklange stehen, so dürften auch die übrigen Wirbel den gleichen Entstehungsmodus haben, wie

Verschmelzung, welche die zu einem Wirbel gehörigen Hälften vereint, betrifft zunächst ihren ventralen Pol (cf. Fig. 25 u. 26 in Betr. des 34. Wirbels) und lässt damit die Hufeisenform entstehen, verschmelzen auch die dorsalen Enden, so resultirt daraus die von der Chorda durchsetzte Scheibe. Die an den Caudalwirbeln sich geltend machende Reduction, die im Hinblick auf die Zahl der zur Entwicklung gelangenden Wirbel und das Verhalten des 31. Wirbels zweifellos ist, spricht sich auch in den schon erwähnten Unregelmässigkeiten in der Entwicklung der einzelnen Wirbel aus. So kann an derselben Caudalwirbelsäule (III. 1) der 32. und 34. Wirbel in der Hufeisenform vorliegen, während der 33. auch schon die beginnende Verschmelzung der dorsalen Enden seiner Anlage zeigt, oder es kann (III. 3), was noch auffälliger erscheint, der 32. und 33. Wirbel bereits die Scheibenform besitzen, die am 34. durch eine eben eintretende Verschmelzung auch der dorsalen Enden der früheren seitlichen Hälften sich einleitet, während am 31. Wirbel die Verschmelzung allein im Bereich des ventralen Theils stattgehabt hat, hier also noch die Hufeisenform besteht. An dem Verhalten des 35. Wirbels ist bei den untersuchten Embryonen nur der Umstand durchgreifend, dass die beiden Hälften desselben sich unter einander nicht verbinden, während die Verschmelzung mit den entsprechenden Hälften des 34. Wirbels eine sehr verschiedenartige ist. Am häufigsten beginnt die Verschmelzung am dorsalen Pol, zuweilen aber auch am ventralen (cfr. Fig. 11 u. 12); sie tritt schon ein, wenn die beiden Hälften des 34. Wirbels mit ihren ventralen Enden sich eben erst berühren, kann aber in dem vorgerücktesten der untersuchten Stadien (V. 1), in dem der 33. und 34. Wirbel bereits völlig mit einander verschmolzen sind, noch nicht eingetreten sein, indem hier die rechte Hälfte als kleines, rundliches Knorpelstück vorliegt, und da hier zugleich auf die frühere Existenz auch einer linken Hälfte keine Spur (auch wenn die Verschmelzung nicht mehr aus der Stellung der Knorpelzellen erkennbar ist, zeigt an den anderen Objecten die Form des 34. Wirbels, der dann einen höckerförmigen Vorsprung an der distalen Fläche seiner Hälften besitzt, dieselbe an) hinweist, so ist dadurch auch die Möglichkeit einer nur die eine Hälfte des Wirbels und diese vollständig betreffenden Reduction repräsentirt. Das Schwankende dieser Verhältnisse, das offenbar die Folge dessen ist, dass die in Rede stehenden Wirbel im Körper des Erwachsenen nicht mehr in bestimmten, die Function

er bei den letzten wegen retardirter Entwicklung auch in einem relativ späten Stadium noch beobachtbar ist.

und damit auch die Form betreffenden Beziehungen sich finden, kann ebenso als Beleg für die Reduction geltend gemacht werden, wie der Umstand, dass die Entwicklung der einzelnen Wirbel und am meisten die des letzten, offenbar stark verkürzt ist, wobei im gegebenen Falle (abgesehen von der accidentellen Verschmelzung der Wirbel unter einander) die bei der ersten Anlage eines Wirbels zu treffenden Verhältnisse, oder diesen nahestehende, festgehalten werden.

In Betreff der Caudalregion der Wirbelsäule der Erwachsenen ist nur Weniges zu bemerken; die sich hier treffenden Zustände illustriren in derselben Weise wie beim Embryo die allmälige Reduction dieses Theils der Wirbelsäule. Die Reduction, welche den 30. Wirbel aus der Form eines letzten Sacralwirbels in die, welche dem ersten Caudalwirbel unter gewöhnlichen Verhältnissen zukommt, überführt, kann weitergehen und den als Proc. art. prox. anzusehenden Theil des Bogens, ja diesen selbst ergreifen, so dass in einem extremen Fall vom Bogen rechts nur eine ganz geringe Spur, links ein kurzer, schlanker, pyramidaler Fortsatz übrig geblieben ist, der durch einen weiten Zwischenraum von dem Cornu sacrale seiner Seite getrennt ist. Wenn der 30. Wirbel noch als letzter Sacralwirbel vorliegt, kann der 31. Wirbel, in einer embryonalen Form persistirend, vollkommen die Gestalt haben, die der 30. als erster Caudalwirbel gewöhnlich besitzt. Nimmt der 31. Wirbel dagegen schon die zweite Stelle in der Caudalregion ein, so kann er in noch etwas markirterer Weise als unter gewöhnlichen Verhältnissen Andeutungen an Bogen und Seitenfortsätze zeigen, andererseits aber auch schon in 4 Wirbelsäulen weiblicher Individuen eine vereinfachtere Form besitzen, die jeder Andeutung an Seitenfortsätze und Bogen entbehrt und diesen Wirbel unter der Gestalt eines abgestumpften Kegels, der in dorsoventraler Richtung abgeplattet ist, erscheinen lässt. Wie der 30. und 31. Formidentität besitzen können, so deckt sich gelegentlich auch die Gestalt, in welcher der 32. Wirbel vorkommt, mit der des 31., indem ersterer, wenn er der zweite Caudalwirbel ist, noch Bogenrudimente bewahrt haben kann. Der 33. Wirbel entbehrt derselben bei den untersuchten Objecten stets und findet sich, wo er der letzte in der Reihe ist, von der Reduction am meisten betroffen, erscheint daher in einem extremen Fall als minimales, mit dem vorhergehenden Wirbel verschmolzenes Knöchelchen. Persistirt der 31. Wirbel als letzter der Reihe, so lässt er die Entstehung aus zwei Hälften noch daraus ersehen, dass er eine in die Medianebene fallende Einschnürung besitzt, ja gelegentlich nur durch

eine Hälfte in der Form eines kleinen, rundlichen Knöchelchens repräsentirt ist, welches mit der entsprechenden (linken) Hälfte des 33. Wirbels verschmolzen ist. Selten wird auch der 35. Wirbel in den entwickelten Körper hinübergenommen und zeigt in einem Falle sehr deutlich die Entstehung aus zwei Hälften, indem er in transversaler Richtung ausgedehnter ist, als die nächst vorhergehenden Wirbel und an seinem distalen Rande mit einer tiefen, medianen Einkerbung versehen ist, zum Beweise, dass die beiden Hälften unter einander nur eine sehr lose Verbindung eingegangen, während sie mit dem 34. fest verschmolzen sind. — Wird der 35. Wirbel im Körper des Erwachsenen gefunden, so ist auch (in den beobachteten drei Fällen) in dem übrigen Verhalten der betreffenden Wirbel ein relativ sehr primitiver Zustand bewahrt, der 30. liegt als letzter Sacralwirbel vor, der 31. in der Form, die unter gewöhnlichen Verhältnissen dem ersten Caudalwirbel zukommt und der 32. hat die Form, wie sie am zweiten Caudalwirbel einer mit dem 30. Wirbel beginnenden Caudalwirbelsäule gewöhnlich getroffen wird. Denkt man sich, dass von diesem Zustand aus im Bereich der Seitenfortsätze und Bogenrudimente eine allmälige Reduction eintritt, so wird es verständlich, dass dieselbe Form an verschiedenen Wirbeln vorkommen kann.

D. Ueber das gegenseitige Verhältniss der Umgestaltungsvorgänge in den einzelnen Abschnitten der Wirbelsäule.

Aus den vorstehenden Erörterungen dürfte hervorgegangen sein, dass die Bestandtheile der betrachteten Regionen der Wirbelsäule einer allmäligen Umformung unterliegen und es sind jetzt einige Verhältnisse anzuführen, welche auf einen Zusammenhang der in den einzelnen Abschnitten stattfindenden Vorgänge hinweisen. Um bei der Erörterung dieser Verhältnisse vielfache Wiederholungen und Missverständnisse zu vermeiden, erscheint es zweckmässig, das Verhalten der Summe der bis jetzt im Einzelnen betrachteten Abschnitte, wie es im erwachsenen Körper sich findet, kurz durch Formeln auszudrücken, welche die in einer gegebenen Wirbelsäule vorliegende Gruppirung der Wirbel und die Existenz von prägnanten Uebergangsformen markiren[1]. Hierbei werden die Wirbel durch Ziffern be-

[1]) Dies auch in Betreff der untersuchten Embryonen zu thun, erscheint nicht

zeichnet, welche der Stelle, die ein Wirbel in der Gesammtreihe einnimmt, entsprechen, die Regionen durch den ersten und letzten in ihnen enthaltenen Wirbel und durch einen Buchstaben, der auf die Form der Wirbel Bezug hat, und ebenso die Uebergangsformen durch eine Zahl und ein Buchstabenzeichen[1] hervorgehoben.

Bei Berücksichtigung der Gruppirung der Wirbel und der Existenz von Uebergangsformen ergeben sich für den zu betrachtenden Gesammtabschnitt der Wirbelsäule eine Anzahl Zustände desselben, von denen die nachstehend verzeichneten zunächst in Betracht zu kommen haben:

1.	(8—19)	d.	(20—23)	l.	24. ls.	(25—29)	s.	(30— ?) cd.
2.	(8—19)	d.	(20—24)	l.		(25—29)	s.	(30—33) cd.
3.	(8—19)	d.	(20—24)	l.		(25—29)	s.	(30—34) cd.
4.	(8—19)	d. 20. dl.	(21—24)	l.		(25—29)	s.	(30— ?) cd.
5.	(8—19)	d. 20. dl.	(21—24)	l.		(25—29)	s. 30. scd.	(31—34) cd.
6.	8—19)	d. 20. dl.	(21—24)	l.		25—30)	s.	(31—34) cd.
7.	(8—20)	d.	(21—24)	l.	25. ls.	(26—30)	s.	(31—35) cd.
8.	(8—20)	d.	(21—25)	l.		(26—30)	s.	(31—35) cd.

Geht man bei einem Vergleich dieser Zustände, von dem durch die 8. Formel der vorstehenden Gruppe repräsentirten aus, so ist zunächst für die hierher gehörigen Wirbelsäulen als characteristisch zu constatiren, dass der 20. Wirbel noch Dorsalwirbel ist, dass gleichzeitig der 25. Wirbel noch lumbale Beschaffenheit hat, das Sacrum in der atavistischen, den 30. Wirbel einschliessenden Form vorliegt und endlich die Reihe der Caudalwirbel von dem letzten überhaupt zur Anlage kommenden Wirbel geschlossen wird. Indem diese Coincidenz[2], die den Einzelbefunden gegebene Deutung bestätigt, nöthigt sie zugleich, die einzelnen Vorkommnisse in den einzelnen Abschnitten

nöthig, da im Anschluss an die verzeichneten Formeln, das Verhalten derselben sich kürzer durch Worte erledigen lässt.

[1] Die Zeichen bedeuten: d. Dorsalwirbel, dl. Dorsolumbalwirbel, l. Lumbalwirbel, ls. Lumbosacralwirbel, s. Sacralwirbel, scd. Sacrocaudalwirbel, cd. Caudalwirbel.

[2] Bergmann (l. c. pg. 349, 352, 353) hat auf die Existenz zweier Uebergangsformen an einer und derselben Wirbelsäule, die sich in den von ihm mitgetheilten Fällen an den Grenzen der Lumbalregion fanden, aufmerksam gemacht, wobei er die Frage nach dem Zusammenhang der anatomischen Thatsachen als eine offene bezeichnet, aber sehr richtig bemerkt, dass, wenn durch das Vorhandensein zweier Uebergangswirbel drei Gegenden der Wirbelsäule an der »Anomalie« betheiligt sind, ihm dieses weit begreiflicher scheine, »als eine capriciöse Hervorbringung eines überzähligen Wirbels in einer Gegend, bei der Alles sonst in der Regel bleibt«.

der Wirbelsäule nicht als vereinzelte anzusehen, sondern als Theilerscheinungen eines einheitlichen Gesammtzustandes aufzufassen, der als der primitivste, im Körper des Erwachsenen jetzt noch vorkommende zu betrachten ist. Das ist um so sicherer, als dieser Zustand auf der Persistenz einer embryonalen Entwicklungsstufe beruht. Er stimmt überein mit dem Verhalten der Wirbelsäule bei dem einem relativ frühen Stadium angehörigen Embryo III. 2. Bei letzterem findet sich nur darin ein noch primitiverer Zustand, dass der 31. Wirbel noch Sacrocaudalwirbel ist. Ebenso wird der in Rede stehende Zustand durch das Verhalten des Embryo IV. 3 A repräsentirt, wenn man davon absieht, dass bei diesem Embryo, offenbar anachronistischer Weise, die Vereinigung des 26. Wirbels mit dem 27. noch keine ganz vollkommene ist; der 31. Wirbel liegt hier als erster Caudalwirbel vor.

An den eben betrachteten Zustand lässt sich der folgende (7) als weitere Entwicklungsstufe anschliessen und leitet sich aus ersterem her, indem der 25. Wirbel lumbosacrale Form annimmt. Diese Entwicklungsstufe wird fast vollkommen durch die des Embryo IV. 2 repräsentirt, nur hat sich bei diesem, wie es scheint, vorzeitig der 30. Wirbel vom Sacrum gelöst. Der 25. Wirbel der Entwicklungsstufe 7 hat sich aber nur relativ am schnellsten fortentwickelt, da der 20. Wirbel, an dem die vorliegende Entwicklungsstufe repräsentirenden Exemplar im Vergleich zu der Beschaffenheit des homologen Theils der in die frühere Entwicklungsstufe hineingehörigen Wirbelsäulen bereits die reducirteren Rippen besitzt, die Länge derselben beträgt 6 resp. 5,5^{cm}, während sie an drei Exemplaren der früheren Entwicklungsstufe zwischen 14 und 7^{cm} schwankt. Ist der 25. Wirbel (6) schon in's Sacrum aufgenommen worden (wobei aber die Formumgestaltung noch nicht vollendet ist), so ist die Reduction eines Caudalwirbels erfolgt und hat auch der 20. Wirbel schon dorsolumbale Beschaffenheit angenommen. Letzterer behält diese Beschaffenheit auch auf der nächsten Stufe (5) bei, während hier die vollkommenere Assimilirung des 25. Wirbels mit der beginnenden Loslösung des 30. Wirbels aus dem Sacrum coincidirt. Die nächste Stufe (4) zeigt den 20. Wirbel noch nicht vollkommen als ersten Lumbalwirbel gleichzeitig den 25. als ersten Sacralwirbel und der Uebertritt des 30. in die Caudalreihe ist definitiv erfolgt. Jetzt wird der 20. Wirbel definitiv Lumbalwirbel und damit ist ein Zustand (3) gegeben, der an frühere Stadien nur durch die Caudalregion erinnert. Verliert diese nochmals ihren letzten Wirbel (jetzt den 34.)

durch völlige Reduction desselben, so resultirt daraus das Verhalten (2), welches als normal angesehen wird und in der That auch unter den benutzten Objecten in fast der Hälfte der Fälle vorliegt. Es unterscheidet sich dieser Zustand von dem als Ausgangspunct benutzten dadurch, dass (abgesehen von der proximalen Grenze der Dorsalregion) die Grenzen aller Abschnitte um je einen Wirbel weiter proximalwärts verlegt worden sind und die Caudalregion zwei Wirbel am distalen Ende verloren hat. Von diesem Zustande aus beginnt jetzt derselbe Vorgang, den die früheren Stufen ersehen liessen, nur dass zur Zeit erst sein erster Act sich einleitet, die Ueberführung des 21. Wirbels in die lumbosacrale Form und die gleichzeitige Reduction jetzt des 12. Rippenpaares, das, an einem der Stufe 1 angehörigen Exemplar (an dem zweiten waren die Rippen nicht vorhanden), 6 resp. 5^{cm} messend, hart an der oberen Grenze der Variationsbreite der 12. Rippe steht[1]).

Die Möglichkeit, die oben aufgeführten Zustände des gesammten hier in Rede stehenden Abschnittes der Wirbelsäule als Entwicklungsstadien desselben aneinander zu schliessen, lässt die Annahme nicht unberechtigt erscheinen, dass die an den einzelnen Theilen der Wirbelsäule wahrnehmbaren Vorgänge, deren an einzelnen Wirbelsäulen erzieltes Resultat die verglichenen Zustände sind, unter einander in einem Zusammenhang stehen: für die Existenz eines solchen Zusammenhangs spricht auch der Umstand, dass die Vorgänge an der proximalen und distalen Grenze der Lumbalregion im Verein ein eigenthümliches Verhalten der Seitenfortsätze der Lumbalregion bedingen, auf welches näher einzugehen ist.

An Wirbelsäulen, welche in Bezug auf die Gruppirung der Wirbel das normale Verhalten darbieten, zeigen die Seitenfortsätze der Lumbalwirbel die folgende, als characteristisch anzusehende Gestaltung. Die Seitenfortsätze der 3 ersten Wirbel sind mit ihrer Längsaxe horizontal gestellt und nehmen successive an Länge zu, der Seitenfortsatz des 3. Lumbalwirbels ist zugleich der längste unter allen Seitenfortsätzen, ist mehr als die beiden vorhergehenden in dorsoventraler Richtung abgeplattet, der proximale und distale Rand

[1]) Sollte bei der pag. 116 citirten Angabe Gruber's sich nicht doch vielleicht ein Irrthum hinsichtlich der Zahl der Halswirbel (worüber mir nicht jeder Zweifel geschwunden) geltend gemacht haben, so wäre bei der von Gruber beobachteten Wirbelsäule der äusserste Grad der Umgestaltung erreicht, indem der 19. Wirbel als erster Lumbalwirbel erschiene, der 21. vollkommen ins Sacrum aufgenommen worden wäre und dieses auch den 29. Wirbel der Caudalregion abgetreten hätte.

desselben sind einander annähernd parallel und gehen erst hart an der Spitze des Fortsatzes in rascher Biegung in den geraden, senkrecht zur Längsaxe gestellten Endrand des Fortsatzes aus. Im Gegensatz zu diesem Verhalten verjüngt sich der Seitenfortsatz des 4. Lumbalwirbels gegen seine Spitze hin, und es weicht die Längsaxe dieses Seitenfortsatzes in einer Frontalebene mit ihrer Spitze proximalwärts ab. Am 5. Lumbalwirbel stehen die Seitenfortsätze fast horizontal, indem sich nur eine geringe Andeutung an die characteristische Axenstellung der Fortsätze des 4. Lumbalwirbels zeigt, sie sind zugleich mässig verdickt, am meisten noch in dorsoventraler Richtung. Dieselbe Beschaffenheit können nun aber die Seitenfortsätze auch zeigen, wenn die Lumbalregion aus dem 21. bis 25. Wirbel gebildet wird, die Wirbelsäule somit, was die Gruppirung der Wirbel anlangt, ihr relativ primitivstes Verhalten zeigt. Ist dieses nun der Ausgangspunct für einen Umgestaltungsvorgang, als dessen einzelne Phasen die vorhin aufgeführten Zustände der Wirbelsäule anzusehen sind, so muss auch eine ganz bestimmte Umformung in der Lumbalregion nachzuweisen sein, es müssen für den 21. bis 25. Wirbel Uebergangsformen gefunden werden können, welche die Umgestaltung des von den genannten Wirbeln gebildeten Abschnittes aus den für die Lumbalregion characteristischen Formen eines ersten bis fünften Lumbalwirbels, die ihm bei hochgradigem Atavismus zukommen, in die characteristischen Formen die den Wirbeln vom 2. Lumbalwirbel bis zum 1. Sacralwirbel (incl.) in der normalen Wirbelsäule zukommen, documentiren. Bei der Schilderung der hierhergehörigen Uebergangsformen ist es nothwendig, ausser der Stellung des Wirbels in der Gesammtreihe, die Stellung desselben in der Region und zugleich den Betrag der Formabweichung zu berücksichtigen, den ein Wirbel zeigen kann im Vergleich zu der Form, die für eine bestimmte Stelle in der Region characteristisch ist. Hinsichtlich des 25. Wirbels sind bereits Uebergangsformen aufgeführt worden, welche dieser Wirbel bei seiner Umformung aus einem Lumbalwirbel in einen Sacralwirbel durchläuft und es ist hier zu bemerken, dass demselben in einem Falle mit der Stellung als 1.5[1]) auch die characteristische Gestaltung eines 1.5 zukommt, während in den übrigen Fällen, in denen der 25. Wirbel zwar die Stellung eines 1.5 besitzt,

[1]) Um einen Wirbel als in eine bestimmte Region hineingehörig zu bezeichnen und zugleich seinen Platz in derselben anzugeben, ist die angewandte, verkürzte Schreibweise, die kaum einer Interpretation bedarf, benutzt worden.

durch die relativ starke Verdickung der Seitenfortsätze jedoch die characteristische Form überschritten und auf die spätere sacrale Beschaffenheit hingewiesen wird. Ist die Verbindung mit dem Sacrum bereits eingeleitet und damit vom 25. Wirbel die Stellung als s. 1 erreicht, so steht der Wirbel bei der jetzt relativ noch zu geringen Volumsentfaltung der Seitenfortsätze hinter der characteristischen Form zurück und erreicht dieselbe erst spät.

Der 24. Wirbel besitzt in demselben Falle, den auch der 25. in seiner primitivsten Form bietet, die Stellung und die Form eines l. 1. Diese Stellung bewahrend, hat der 24. Wirbel an 3 anderen Wirbelsäulen Seitenfortsätze, die mit der Spitze noch deutlich proximalwärts abweichen, aber an der distalen Fläche ihrer in dorsoventraler Richtung verdickten Basis einen breit aufsitzenden Fortsatz entwickeln, der, auf beiden Seiten ungleich stark ausgebildet, mit seiner Spitze distalwärts vorspringt[1]; ein weiterer Fall zeigt die Seitenfortsätze schon fast horizontal gestellt; auch ist die Spitze derselben so weit verdickt, dass die für einen l. 1 characteristische Verjüngung nicht mehr besteht. Ist dann, wie bei einem hier anzuschliessenden Object, das 13. Rippenpaar geschwunden, so ist der 24. Wirbel in die Stellung l. 5 eingetreten, sein Seitenfortsatz zeigt aber an der einen Seite noch die Ablenkung der Längsaxe, während die andere Seite, auch was die Verdickung des Fortsatzes anlangt, der Form l. 5 nahe kommt.

Der 23. Wirbel zeigt als l. 3 der Stellung nach bei zwei Exemplaren auch die bezügliche typische Form und lässt bei einem dritten Exemplar eine sehr prägnante Uebergangsform wahrnehmen, indem der Seitenfortsatz in dem Parallelismus des proximalen und distalen Randes und dem Umstand, dass die Spitze mit einem senkrecht zur Längsaxe des Fortsatzes stehenden, geraden Rande abschliesst, die Form l. 3 noch bewahrt hat, diese aber damit aufgibt, dass die Längsaxe mit der Spitze proximalwärts abweicht. Ganz dieselbe Form zeigt der 23. Wirbel an einem andern Objecte, vor ihm aber, da hier das 13. Rippenpaar geschwunden, schon die Stellung l. 1 zukommt, er somit die Stellung früher erreicht hat, als die für dieselbe characteristische Form, zu der auch noch eine Verjüngung der Spitze gehörte.

---

[1]) Dieser Vorsprung ist selbstverständlich nicht der Proc. accessorius, der, wo er an dem 24. Wirbel vorhanden ist, an der dorsalen Fläche der Basis des Seitenfortsatzes sich findet.

Am geringfügigsten sind die Umgestaltungen für den 22. und 21. Wirbel, denn hier handelt es sich, um den ersteren aus der Stellung und Form l. 2 in die l. 3 überzuführen, bei Schwund des 13. Rippenpaares nur um eine geringe Verlängerung des Seitenfortsatzes, für die ein noch geringeres Maass beim 21. Wirbel erforderlich ist. Bei diesen Wirbeln ist es nicht wohl möglich zu beurtheilen, ob für den einzelnen Wirbel der absolut grösste Betrag der Verlängerung des Seitenfortsatzes erst nach erreichter Stellung eintritt, da die Umformung sich in sehr engen Grenzen hält und auch die Formen an sich wenig markirt sind.

Es ist jetzt noch zu constatiren, dass dieselben Uebergangsformen, die eben für die Wirbel 21. (l. 1) bis 25. (l. 5) einerseits und 21. (l. 2) bis 25. (s. 1) andererseits nachgewiesen wurden, sich auch im Anschluss an die Wirbel 20. (l. 1) bis 24. (l. 5) zeigen, was beweist, dass derselbe Umformungsprocess sich wiederholt, jetzt aber von der Stufe der in Bezug auf die Gruppirung der Wirbel normalen Wirbelsäule ausgeht. Am auffälligsten zeigt sich das für den 21. Wirbel, der die seiner Stellung als l. 5 typisch zukommende Gestalt bei 8 Exemplaren durch relativ zu starke Verdickung der Seitenfortsätze verlässt, bei vieren unter diesen ist die Verdickung bereits so stark, dass nur ein geringer Zwischenraum zwischen der distalen Fläche des Seitenfortsatzes und der proximalen Endfläche der Pars lateralis übrig bleibt und in einem Fall ruht der Seitenfortsatz der einen Seite mit der lateralen Hälfte auf einem Vorsprung der Pars lateralis und bildet damit den Uebergang zu den bereits erwähnten, exquisit lumbosacralen Formen, welche die Wirbelsäulen, denen sie angehören, auf eine höhere Stufe erheben. Ebenso existiren für den 23. Wirbel als Zukunftsbildungen zu betrachtende Uebergangsformen: so hat in einem extremen Fall der noch in der Stellung l. 1 vorliegende Wirbel Seitenfortsätze, an denen kaum mehr die Ablenkung der Axe wahrnehmbar ist und auch sonst ist durch einen stumpfen Vorsprung an der distalen Fläche des Seitenfortsatzes die Form desselben in einer Weise umgestaltet, dass diesem Wirbel, wenn das in diesem Fall schon sehr reducirte 12. Rippenpaar die Sonderexistenz aufgegeben hätte und er damit in die Stellung l. 5 gerückt wäre, auch schon fast die entsprechende Form zukäme. Für den 22. Wirbel wiederholt sich in der Stellung l. 3. dieselbe Form, die vorhin für den 23. Wirbel als Uebergangsform in der Stellung l. 3 und l. 4 beschrieben wurde, bei der die typische Form des Seitenfortsatzes noch erhalten war, während die Längsaxe bereits abwich. Der 21. und 20. Wirbel liegen

bei den hierhergehörigen Wirbelsäulen als 1.2 und 1.1 vor und sind gegenüber dem Verhalten der übrigen Wirbel relativ stabil.

Abgesehen davon, dass wegen dieser Uebergangsformen auch für die Lumbalregion ein Process der Umgestaltung zu statuiren ist, interessirt an dem Verhalten dieser Formen zunächst der Umstand, dass, wie für die eine prägnante Form besitzenden Wirbel nachgewiesen wurde, dieselben, wenn sie in eine bestimmte Stellung in der Region eintreten, die für diese Stellung characteristische Form noch nicht vollständig besitzen. Der Betrag der Formumgestaltung, der zur Erreichung der characteristischen Form nöthig ist, ist also wohl als eine Folge der erlangten Stellung zu betrachten und dem Einfluss der durch die Stellung bedingten, functionellen Ansprüche zuzuschreiben; letztere sind bei einer aus 5 Gliedern bestehenden Lumbalregion offenbar dieselben, gleichgiltig, ob dieselbe aus dem 20. bis 24. oder 21. bis 25. Wirbel gebildet wird, und lassen daher in beiden Fällen die gleichen characteristischen Formen entstehen, diese sind zugleich, da die Erlangung der Stellung von den Vorgängen an der proximalen und distalen Grenze der Lumbalregion abhängig ist, in weiterer Instanz eine Folge dieser Vorgänge. Auf diese ist es aber wohl auch zu beziehen, dass die characteristischen Formen, nachdem sie erlangt worden, wieder aufgegeben und zu Uebergangsformen umgestaltet werden. In dem Maasse als z. B. der zur Zeit letzte Lumbalwirbel dem Sacrum assimilirt wird, müssen für die proximal gelegenen Lumbalwirbel veränderte functionelle Beziehungen entstehen, die als Folge eine Umgestaltung der den jetzt gegebenen Verhältnissen nicht mehr entsprechenden Formen zu Stande kommen lassen. Dies zeigt sich in der Art und Weise des Zusammentreffens von Uebergangsformen in der Lumbalregion an einer und derselben Wirbelsäule, obgleich dasselbe nicht in allen Fällen vollkommen prägnant ist, was indess die Interpretation der übrigen Fälle nicht beeinträchtigt. Es dürfte genügen, aus den letzteren zwei anzuführen, von denen der eine zwischen dem relativ primitivsten Verhalten der Wirbelsäule und dem der normalen Wirbelsäule, der andere jenseits der letzteren steht. Im ersteren Falle hat der 25. Wirbel noch die lumbosacrale Beschaffenheit; der 24. in der Stellung 1.5 lässt gleichfalls ein primitiveres Verhalten erkennen, indem die Längsaxe seines rechten Seitenfortsatzes mit der Spitze noch proximalwärts ablenkt, dabei aber an der distalen Fläche schon einen geringen Vorsprung entwickelt, am linken Seitenfortsatz ist die Ablenkung schon geringer und zugleich ist er in der ganzen medialen Hälfte verdickt. Am 23. Wirbel steht rechts

der Seitenfortsatz noch fast horizontal, während er links die characteristische Form l. 4 andeutend mit der Spitze schon etwas ablenkt, diese ist auch bereits etwas verjüngt. Die übrigen 3 Lumbalwirbel zeigen zwar successive immer kürzere, horizontal gestellte Seitenfortsätze. es verdient aber bemerkt zu werden, dass die des l. 3 nicht so lang erschienen, wie sie bei der characteristischen Form l. 3 sich finden. Im zweiten Fall hat der 25. Wirbel die Stellung s. 1, übertrifft aber die characteristische Form s. 1, indem das proximale Ende der Fac. aur. über dem Niveau der proximalen Endfläche des Wirbelkörpers und die proximale Spitze im Niveau derselben steht. Im Einklang mit diesem Befunde sind die Seitenfortsätze des 24. Wirbels in toto stark verdickt, und zugleich mit einem an der distalen Fläche derselben mit breiter Basis aufsitzenden Vorsprung versehen, die Längsaxe der Fortsätze steht horizontal. Am 23. Wirbel (l. 4 zeigt sich kaum mehr die Abweichung der Längsaxen der Seitenfortsätze. diese sind beiderseits verdickt und vom distalen Rande entwickelt sich ein breiter, stumpfer Vorsprung, dessen Gipfel mit der Mitte der Länge des Seitenfortsatzes zusammenfällt. Wie dieser Wirbel zur Form l. 5 hinneigt, so der 22. zur Form l. 4, obgleich ihm noch die Stellung l. 3 zukommt, die Seitenfortsätze zeigen bereits die Ablenkung der Axen und springen seitlich nicht so weit vor, als die des 21. Wirbels. Die Spitze hat aber noch die breite, gerade abgestutzte Form, wie sie der characteristischen Form l. 3 zukommt. Die Seitenfortsätze des 21. Wirbels sind etwas länger als die des 20. Wirbels. Diese Beobachtungen bestätigen das oben angedeutete Abhängigkeitsverhältniss, in dem die Umformung in der Lumbalregion steht: denn stellt man die beiden eben beschriebenen Befunde mit dem Verhalten der relativ primitivsten Wirbelsäule und dem der normalen in eine Reihe zusammen, so sieht man, dass die Umformung in dem Sinne geschieht. dass dieselbe Form, die auf der frühesten Stufe einem bestimmten Wirbel zukommt, auf der nachfolgenden in Andeutungen an dem nächst proximal gelegenen Wirbel auftritt, um in einer weiteren Entwicklungsstufe an dem gleichen Wirbel in characteristischer Ausprägung zu erscheinen, dann überträgt sich in einer folgenden Stufe dieselbe Form wiederum in nicht vollkommener Weise auf den nächst proximal gelegenen Wirbel und würde an diesem, wenn der Process weiter ginge, zum dritten Mal als characteristische erscheinen und somit an drei verschiedenen Wirbeln zur Geltung gekommen sein. Das aber erscheint sehr natürlich, wenn man bedenkt, dass mit dem Vorrücken der Dorsolumbal- und Lumbosacralgrenze die einzelnen

Wirbel successiv weiter distal gelegene Stellen in der Lumbalregion einnehmen müssen und damit genöthigt sind, diesen Positionen auch in formaler Beziehung sich zu accommodiren.

Die geschilderten Vorgänge in der Lumbalregion lassen sich als eine Folge der vereint wirkenden, in den angrenzenden Regionen stattfindenden Vorgänge auffassen, was aber diese letzteren und die Vorgänge in der Caudalregion betrifft, so ist auf eine Zusammengehörigkeit derselben geschlossen worden, weil die Umgestaltung, wie sich auch in der Lumbalregion zeigt, an den einzelnen Abschnitten die gleiche, proximalwärts fortschreitende Richtung einhält und in den einzelnen Abschnitten einer und derselben Wirbelsäule, somit gleichzeitig, primitivere eventuell umgebildetere Zustände sich finden, ein Umstand, der die Möglichkeit gewährte, die unter dem Einfluss der Umformung an dem Gesammtabschnitt der Wirbelsäule bei einzelnen Individuen gegebenen Zustände als Entwicklungsstufen aneinander zu reihen. Wenn es somit auch gestattet ist, in Betreff des betrachteten Abschnitts der Wirbelsäule von einem Umformungsvorgang zu sprechen und einen Zusammenhang der einzelnen Vorgänge zu statuiren, so erscheint es doch nicht wohl ausführbar, diesen Zusammenhang näher zu bestimmen.

Auffallend ist es, dass der Umgestaltungsvorgang an verschiedenen Stellen der Wirbelsäule ein qualitativ verschiedener ist, während im distalen Abschnitt der Dorsalregion auf dem Wege der Reduction die characteristische Gestalt der Theile bis zur Unkenntlichkeit verwischt wird, erscheinen an der proximalen Grenze der Sacralregion, indem vorhandene Bestandtheile weiter ausgebildet werden, vollkommenere Formen, die wiederum an der distalen Grenze dieser Region und im caudalen Abschnitt einer Rückbildung unterliegen, die am Ende des letzteren zu völligem Schwund von Bestandtheilen führt. Da durch die Verbindung des Extremitätengürtels mit der Wirbelsäule in erster Instanz die Bildung eines Sacrum veranlasst wird, kann die Umformung im proximalen Abschnitt der Sacralregion nur die Folge sein der Veränderung der Beziehung des Ilium zu dem betreffenden Abschnitt der Wirbelsäule. Auf diese Dislocation des Ilium ist um so mehr Gewicht zu legen, als sie auch beim Embryo nachweisbar war, und da dieselbe eine proximalwärts gerichtete ist, ergibt sich daraus der Hinzutritt nächst proximal gelegener Wirbel zum Sacrum. Zu diesem Vorgang würden die Vorgänge an der Dorsolumbalgrenze und am distalen Ende des Sacrum in ein festes Abhängigkeitsverhältniss treten, wenn die Existenz einer aus 5 Wir-

beln bestehenden Lumbalregion und eines die gleiche Zahl von Wirbeln enthaltenden Sacrums eine (wenn auch nicht näher zu begründende) Nothwendigkeit wäre. Hierauf könnte der Umstand hinweisen, dass an den bis jetzt betrachteten Objecten die Umformung an den genannten Partien insofern eine proportionale ist, als von einem gegebenen Zustand aus, durch eine Reihe Zwischenstufen vermittelt, ein neuer hervorgeht, der die Grenzen aller Abschnitte um einen Wirbel weiter proximalwärts verlegt zeigt. Ein solches Verhältniss ist aber nicht mit Sicherheit zu statuiren, da das zeitliche Zusammentreffen bestimmter Zustände an den einzelnen Abschnitten der Wirbelsäule kein so regelmässiges ist, dass etwa aus der Beschaffenheit eines oder mehrerer Wirbel sicher auf die der übrigen Wirbel geschlossen werden könnte. Innerhalb engerer Grenzen kann dies mit einiger Sicherheit geschehen. Wenn z. B. das 12. Rippenpaar stark verkürzt ist[1], kann auch eine rudimentär gewordene 13. Rippe nicht mehr erwartet werden, wohl aber, dass der Seitenfortsatz des 20. Wirbels bereits ziemlich lang geworden; wenn der 25. Wirbel noch Lumbalwirbel ist, dürfte wohl stets der 30. Wirbel noch Sacralwirbel und mindestens der 34. Wirbel noch erhalten sein. Wenn der 20. Wirbel noch Dorsolumbalwirbel ist, finden sich an den untersuchten Objecten stets Spuren, die auf den späteren Zutritt des 25. Wirbels zum Sacrum hinweisen. Der sich aus diesen Verhältnissen ergebende Zusammenhang der Vorgänge kann indess nicht als ein fester gelten, da sich Ausnahmszustände finden, die die Wahrscheinlichkeit, mit der aus der Beschaffenheit eines Wirbels auf die eines anderen geschlossen werden könnte, verringern. Diese Ausnahmszustände sind jetzt zu betrachten.

Von den von mir untersuchten Wirbelsäulen gehören 26 den oben aufgeführten, eine Entwicklungsreihe darstellenden Zuständen an, während 7 Exemplare die nachstehend verzeichneten Zustände repräsentiren:

1.	(8—19) d.	(20—24) l.		(25—29) s.	30. scd.	(31—?)	cd.
2.	(8—19) d.	(20—24) l.		(25—30) s.		(31—34)	cd.
3.	(8—20) d.	(21—24) l.		(25—29) s.		(30—34)	cd.
4.	(8—19) d.	(20—24) l.	25. ls.	(26—29) s.		(30—?)	cd.
5.	(8—19) d.	(20—25) l.		(26—30) s.		(31—35)	cd.

[1]) Schwegel behauptet (l. c. pag. 318), dass die 12. Rippe bei weiblichen Individuen stets kleiner sei als bei männlichen und selten über 1″ Länge habe. Dieser

Ueberblickt man diese Zustände, so kann nicht in Abrede genommen werden, dass der an der Mehrzahl der Objecte sich kenntlich machende, proximalwärts fortschreitende Umgestaltungsvorgang im Princip auch an diesen Objecten wiedergefunden wird, letztere nöthigen nur dazu, zuzugeben, dass die Wirkungen des Vorganges an verschiedenen Stellen des von ihm betroffenen Wirbelsäulenabschnittes nicht in bestimmter Weise einander proportional sind, insofern an einzelnen Stellen die Umformung beschleunigt resp. verlangsamt sein kann. Bei dieser Auffassung sind die verzeichneten Zustände leicht interpretirbar.

In dem zuerst aufgeführten ist die Auslösung des 30. Wirbels aus dem Sacrum offenbar nur um ein Geringes retardirt und in etwas höherem Grade beim zweiten Fall. In dem folgenden Fall (3) ist der 20. Wirbel hinter den übrigen in der Umformung zurückgeblieben. Der 4. Zustand interpretirt sich am einfachsten aus der Annahme einer relativ zu langsamen Entwicklung des 25. Wirbels, während in dem letzten der Gruppe (5.) es sich um eine sehr beschleunigte Umformung des 20. Wirbels handelt, der Form und Stellung l. 1 erlangt hat, während im Uebrigen der hier in Betracht kommende Abschnitt der Wirbelsäule, was die Gruppirung der Wirbel und in Betreff des Sacrum und der Caudalwirbel auch die Form derselben anlangt, noch im Zustande hochgradigen Atavismus vorliegt.

Auch ausser in der Gruppirung der Wirbel machen sich Ausnahmezustände auch in untergeordneteren Verhältnissen geltend, wofür sich fast in jeder Wirbelsäule Belege bieten. Es dürfte genügen, einen Fall anzuführen. An einer Wirbelsäule, die in Bezug auf die Gruppirung und die Zahl der Wirbel den primitivsten Zustand bietet und deren Lumbalwirbel, was die Seitenfortsätze anlangt, das characteristische Verhalten in reinster Form zeigen, ist nichts destoweniger das 13. Rippenpaar schon ziemlich reducirt und haben die Gelenkflächen der Lumbalregion eine Stellung, die den höchsten Grad der Umformung ausdrückt, indem bei gut ausgeprägter Krümmung der Flächen die dorsalen Ränder der Gelenke bis zu denen zwischen dem 23. und 24. Wirbel (incl.) in dieselbe, der Medianebene nahe ge-

---

Behauptung kann ich nicht beistimmen, da die Länge in beiden Geschlechtern von dem Fortschritt abhängt, den die Umformung gemacht hat. An einer Wirbelsäule eines weiblichen Individuums z. B., bei welcher der 20. Wirbel Dorsolumbalwirbel ist, besitzt diese Rippe 13,5 cm und im Gegensatz hierzu an der Wirbelsäule eines männlichen Individuums bei weit fortgeschrittener Umformung 3.5 resp. 2 cm Länge.

rückte Sagittalebene fallen und die der Gelenke, an denen der 25. Wirbel participirt, nur etwas weiter lateralwärts liegen, wobei auch wenigstens der rechte Proc. art. dist. des 25. Wirbels eine convexe Gelenkfläche besitzt. Diese und ähnliche Fälle bestätigen für die Wirbelsäule das auch sonst sich findende Verhältniss, dass an einem und demselben Bestandtheil und räumlich eng zusammenliegend sehr Conservatives und weit Fortgeschrittenes zusammentreffen kann.

Hinsichtlich der eben angeführten Incongruenzen in der Entwicklung der Wirbelsäule verschiedener Individuen kann die Frage entstehen, ob dieselben nicht zum Theil auf die Verschiedenheit der Geschlechter zu beziehen seien. Unter den in den beiden Gruppen zusammengestellten Zuständen der Wirbelsäule finden sich zwei[1] nur durch Wirbelsäulen weiblicher Individuen vertreten. Es sind das die in der ersten Gruppe mit 3. und 4. bezeichneten Zustände.

Was diese Zustände anlangt, so dürften bei der Beobachtung einer grösseren Zahl von Wirbelsäulen auch diese durch Wirbelsäulen männlicher Individuen sich vertreten finden, so dass für das weibliche Geschlecht specifische Zustände kaum angenommen werden können. Dagegen macht sich der Unterschied der Geschlechter in einem anderen Sinne geltend. Die Hälfte der untersuchten weiblichen Wirbelsäulen zeigt die normale Gruppirung der Wirbel, drei andere gehören in die 3. und 4. Reihe der ersten Gruppe und auch die zu den Ausnahmefällen gehörende Wirbelsäule eines weiblichen Individuums (zweite Gruppe, 2.) repräsentirt eine höhere Entwicklungsstufe. Während somit an der Wirbelsäule männlicher Individuen noch relativ zahlreiche Entwicklungsstadien persistent bleiben, ist das beim weiblichen Geschlecht nicht der Fall. Wenn sich dieses Verhältniss bei der Untersuchung einer grösseren Zahl von Wirbelsäulen bestätigen sollte, so dürfte der Umstand, dass nur ein geringer Theil der Umgestaltung aus den Zuständen der Wirbelsäule erwachsener weiblicher Individuen ersehen werden kann, wohl darauf zu beziehen sein, dass die Entwicklung der weiblichen Wirbelsäule, vielleicht unter dem Einfluss der specifischen functionellen Verhältnisse, in denen das Sacrum steht, eine raschere ist, die nur hier und da noch an ein früheres Verhalten Erinnerndes in den entwickelten Zustand hinübernimmt, womit im Zusammenhang stehen würde, dass die reducirtesten unter

[1] Der Zustand der Wirbelsäule, der mit der Formel 2 in der 2. Gruppe bezeichnet ist, der mir nur an der Wirbelsäule eines weiblichen Individuums bekannt geworden, ist nach einer Beobachtung von Owen (5, pag. 869—873) auch durch die Wirbelsäule eines männlichen Individuums vertreten.

den mir vorliegenden Caudalwirbelsäulen dem weiblichen Geschlecht angehören. Dieses Verhalten bildet eine Ausnahme von der Regel, auf die Rütimeyer[1]) mehrfach aufmerksam gemacht hat, nach welcher das weibliche Geschlecht das conservativere ist.

Die in Rede stehenden Incongruenzen könnten auch noch zu der Frage Veranlassung geben, ob dieselben nicht darauf zurückzuführen wären, dass das untersuchte Material verschiedenen Varietäten der Species angehört habe. In dieser Beziehung habe ich das Material nicht sondern können, da mir über die Herkunft der einzelnen Objecte nichts Verwerthbares bekannt ist, und auch wenn das der Fall gewesen wäre, hätte die verschwindend geringe Zahl der Untersuchungsobjecte eine Untersuchung der Frage nicht möglich gemacht. Aber auch wenn keiner der angeführten Ausnahmefälle als ein scheinbarer sich ergeben sollte, dürfte es doch gerechtfertigt sein, darauf hinzuweisen, dass für die Zwecke anthropologischer Untersuchungen die Wirbelsäule deshalb als brauchbares Untersuchungobject erscheint, weil an jedem gegebenen Object die Differenzirungsstufe desselben sich leicht bestimmen lässt.

E. Bemerkungen über die Wirbelsäule einiger Primaten mit Bezugnahme auf den Umformungsvorgang an der menschlichen Wirbelsäule.

Auf Grundlage der vorstehenden Erörterungen kann es gerechtfertigt erscheinen, die Verhältnisse der Wirbelsäule anderer Formen, zunächst wenigstens der mit dem Menschen in dieselbe Ordnung hineingehörigen, unter der Voraussetzung zu betrachten, dass bei denselben eine ähnliche Umformung stattfinde, wie sie an der menschlichen Wirbelsäule sich geltend macht. Es wären hier, da es die Aufgabe dieses Aufsatzes nicht ist, eine vergleichende Betrachtung der Wirbelsäule aller Primaten zu unternehmen, wenigstens diejenigen Formen hervorzuheben, welche an das Verhalten der menschlichen Wirbelsäule in einer morphologischen Reihe sich anschliessen und in Bezug auf den Process der Umformung das meiste Interesse beanspruchen. Bevor aber zu diesem Zweck eine Vergleichung angestellt wird, möchte ich eines eigenthümlichen, bei einigen Primaten gefundenen Verhaltens des Plexus sacralis zum Sacrum Erwähnung thun, um zu constatiren, dass in demselben kein Hinderniss gesehen

[1]) cf. 1, pag. 336; 2, pag. 55.

werden kann, die specielle Homologie der Wirbel nach der Stelle in der Gesammtreihe zu bestimmen.

Es schien mir, weil analoge Verhältnisse bekannt sind, nicht unberechtigt, vorauszusetzen, dass der Plexus sacralis bei Primaten, besonders wenn nur Vertreter einer so kleinen und enggeschlossenen Gruppe wie die der altcontinentalen Primaten in Betracht gezogen würden, in übereinstimmendem Verhalten sich finden, bei verschiedenen Formen eine gleichartige Zusammensetzung aus den gleichen Spinalnerven haben werde. Existirte eine solche Beschaffenheit des Plex. sac., so kann man sich sehr wohl denken, dass dieselbe bestehen bleibt, während die Wirbel des betreffenden Abschnitts der Wirbelsäule eine Formumgestaltung eingehen und es müsste, falls eine solche Umformung statthat und zu weiterem Beweise, dass dieses der Fall ist, das Sacrum je nach dem Fortschritt, den der Umformungsprocess gemacht hat, sich in ganz bestimmten Beziehungen zum Plexus sacralis finden. Am Plexus sacr. des Menschen ist das hier in Betracht kommende Verhältniss des Plexus zum Sacrum darin gegeben, dass, wie bekannt, der 25. Wirbel als erster Sacralwirbel zusammentrifft mit der Existenz einer ganzen, unmittelbar präsacralen und einer nächst proximalwärts gelegenen, abgezweigten präsacralen Wurzel des Plexus. In der bezeichneten Gruppe der Primaten nun wäre für diejenigen Formen, welche gleich dem Menschen unter gewöhnlichen Verhältnissen den 25. Wirbel als ersten Sacralwirbel besitzen (Chimpanzé, Gorilla), die gleiche Beziehung des Pl. sacr. zum Sacrum vorauszusetzen. Beim Orang dagegen, der einzigen Form, bei welcher der 24. Wirbel gewöhnlich die erste Stelle im Sacrum einnimmt, müsste die ganze präsacrale Wurzel des Menschen als erste sacrale und die abgezweigte als einzige präsacrale Wurzel gefunden werden können. Im Gegensatz hierzu wäre für Hylobates, weil hier der 26. Wirbel der erste sacrale ist, zu erwarten, dass ausser einer abgezweigten und einer ganzen präsacralen Wurzel auch noch das Homologon der ersten sacralen Wurzel des Menschen als präsacrale Wurzel vorläge und bei den Cynopithecinen, wo mit dem 27. Wirbel das Sacrum beginnt, müssten ausser der abgezweigten drei ganze präsacrale Wurzeln des Plexus nachzuweisen sein. Als einen Vertreter der letzteren Gruppe habe ich Inuus pithecus und (Hylob. stand mir nicht zu Gebote) ausserdem den Orang und Chimpanzé, die genannten Formen aber nur in je einem Exemplar, untersuchen können und hierbei Verhältnisse gefunden, die nicht die erwarteten sind. Die Verhältnisse beim Orang und Inuus stimmen, obgleich, wie auch an

den untersuchten Objecten sich bestätigte, bei ersterem das Sacrum mit dem 24., bei letzterem mit dem 27. Wirbel beginnt, darin überein, dass bei beiden eine ganze, unmittelbar präsacrale Wurzel des Plexus sacralis und eine nächst proximal gelegene, abgezweigte Wurzel sich findet und bei beiden Formen betheiligt sich zudem der die letztere Wurzel abgebende Lumbalnerv in gleicher Weise an der Zusammensetzung der Nn. obturatorius und cruralis, indem er mit dem Rest seiner Fasern in je einem Bündel zu den genannten Nerven tritt, welche ausserdem bei beiden Formen in einer, was die Anordnung der Nervenbündel anlangt, wiederum übereinstimmenden Weise jeder eine Wurzel von dem nächst proximal gelegenen Lumbalnerven erhalten, wobei der (proximalwärts) folgende Lumbalnerv dem N. cruralis sicher und wahrscheinlich auch dem N. obturatorius ein Faserbündel zusendet. In Betreff des Chimpanzé bot das untersuchte Exemplar den 25. Wirbel statt in der Form eines ersten Sacralwirbels in lumbosacraler Beschaffenheit dar, im Sacrum befinden sich der 26.—30. Wirbel. Unter diesen Verhältnissen erscheint es um so auffallender, dass auch hier der Plexus sacralis nur eine ganze präsacrale, dem 26. Wirbel anliegende und eine nächst proximal gelegene, abgezweigte Wurzel besitzt, die dem zwischen dem 24. und 25. Wirbel austretenden Lumbalnerven entstammt, welcher letztere und die beiden ihm nächst proximal gelegenen in der gleichen für den Orang und Inuus angegebenen Weise an der Bildung der Nn. obturatorius und cruralis participiren[1]).

Da nun das beschriebene Verhalten das gleiche ist, wie beim Menschen, so findet sich, dass bei allen 4 Formen zwei Plexus, soweit dieselben prüfbar waren, die gleiche Anordnung ihrer Bestandtheile, die gleichen Beziehungen zu peripheren Nerven und zum Sacrum besitzen, somit eine Uebereinstimmung zeigen, die, hielte man sich nur an die Verhältnisse des entwickelten Körpers, die Ueberzeugung erwecken könnte, die Nerven und die betreffenden Wirbel seien complete Homologa und die differente Stellung in der Reihe,

---

[1]) Wie sich der distale Antheil des Plexus sacr. und, was selbstverständlich hier von Interesse gewesen wäre zu wissen, der proximale Antheil des Plexus cruralis verhalten, konnte nicht festgestellt werden, da die untersuchten Exemplare in, was den Inhalt der Körperhöhlen anlangt, sehr mangelhaft conservirtem Zustande acquirirt worden waren, wobei die in den bezeichneten Partien besonders weit vorgeschrittene Zersetzung die Präparation unmöglich machte. Beim Orang waren nur 3 sacrale Wurzeln erhalten, beim Chimpanzé sogar nur 2; bei Inuus waren die beiden sacralen Wurzeln des Plexus vorhanden.

die sowohl für die Wirbel als die Nerven besteht, sei dadurch zu Stande gekommen, dass gegenüber dem Verhalten von Innus beim Orang 3 Wirbel, beim Menschen 2 Wirbel und die gleiche Zahl beim Chimpanzé unter gewöhnlichen Verhältnissen (einen von diesen Wirbeln hätte das untersuchte Exemplar noch bewahrt) aus dem proximalen Theil der Lumbalregion durch Reduction oder Verschmelzung eliminirt seien und die betreffenden Spinalnerven sich anderen angeschlossen hätten. Da es nun aber nach den mitgetheilten Beobachtungen über die Entwicklung der menschlichen Wirbelsäule nicht dem geringsten Zweifel unterliegen kann, dass von dem Zeitpunct ab, wo die Sacrumbildung sich einleitet, die Elimination eines Wirbels, geschweige denn zweier, aus der Reihe der Wirbel nicht statthat, es sich vielmehr hat nachweisen lassen, dass die Existenz von 25 resp. 26 präsacralen Wirbeln beim Embryo nur in dem Sinne aufgegeben wird, dass der 25. und 26. Wirbel zu Sacralwirbeln umgeformt werden, so kann zunächst in Betreff des Menschen und Innus die Identität der Nervenanordnung sicher nicht durch die Annahme einer Elimination von Wirbeln erklärt werden, die deshalb auch für die Herleitung der Verhältnisse des Orang und Chimpanzé aus denen von Innus keine Wahrscheinlichkeit besitzt.

Es wird vielmehr nach einer anderen Erklärung des in Rede stehenden übereinstimmenden Verhaltens, das die Nerven untereinander und zum Sacrum zeigen, gesucht werden müssen. Für die Erklärung dieses Verhaltens kann nur eine Möglichkeit zugelassen werden, es kann nur angenommen werden, dass die Aehnlichkeit in der Anordnung der Nerven in secundärer Weise und zwar dadurch zu Stande gekommen ist, dass Hand in Hand mit der Umformung der Wirbelsäule auch eine Umformung der Plexus stattgehabt, und zwar in dem Sinne, dass in die Zusammensetzung der genannten Plexus successive weiter proximalwärts gelegene Spinalnerven eingehen und damit auch die aus den Plexus austretenden, peripheren Nerven auf weiter proximalwärts gelegene Spinalnerven übertragen werden, ein Vorgang, der zwar im Detail Möglichkeiten existiren jedoch) schwierig construirbar ist, aber schon deshalb im Princip nicht undenkbar ist, weil mehrere Spinalnerven einem und demselben peripheren Nerven Fasern zusenden. Bei solcher Umformung wäre die gleiche Anordnung der Plexusbestandtheile als völlig nebensächliche Erscheinung zu betrachten und die betreffenden peripheren Nerven wären, je weiter die Umformung der Plexus gediehen, um so mehr als incomplete Homologa anzusehen. Näher auf die Möglichkeiten, die in Betreff dieser Umformung zu

statuiren wären (eines hier in Betracht kommenden Verhältnisses wird später Erwähnung geschehen) einzugehen, scheint mir hier nicht der Ort, der Nachweis einer Umformung der Plexus wäre zu weiterer Bestätigung des über die Umformung der Wirbelsäule Gesagten und noch Mitzutheilenden zu postuliren und dürfte, woran ich nicht zweifle, auch geliefert werden können.

Ich sehe somit in dem besprochenen Verhalten der Nerven kein Hinderniss, im gegebenen Falle die specielle Homologie der Wirbel nach ihrer Stelle in der Gesammtreihe zu bestimmen und in Betreff der Verschiedenheiten, die die Wirbelsäule der jetzt zu betrachtenden Formen zeigt, anzunehmen, dass auch diese auf einen Umbildungsprocess zurückzuführen seien, der im Princip der gleiche ist, wie er für die menschliche Wirbelsäule nachgewiesen wurde. Die Berechtigung hierzu kann um so weniger in Abrede gestellt werden, als in je mehr Exemplaren die Wirbelsäule einer und derselben Form bekannt ist, der Befund um so mehr dazu auffordert, ihn als den Ausdruck einer proximalwärts fortschreitenden Umformung der Wirbelsäule aufzufassen. Das ist aus den Verhältnissen der anthropoiden Primaten am leichtesten ersichtlich. Diese sind in diesem Interesse zunächst einzeln zu betrachten, und da für diese Formen das meiste Material vorliegt, sind die Verhältnisse derselben unter einander und mit denen des Menschen zu vergleichen, um über die Frage nach einer etwaigen Eigenartigkeit des im Princip für alle als gleich angenommenen Umformungsvorganges und nach der morphologischen Beziehung der Formen zu einander eine Auskunft zu erlangen.

Bei den jetzt zu betrachtenden wie bei den später anzuführenden Formen kann indess nur die Gruppirung der Wirbel Berücksichtigung finden, da, so ausgedehnt die Literatur des betreffenden Gegenstandes auch ist, es mir nicht wohl ausführbar scheint, ohne erneute Untersuchung der Objecte (von denen mir nur einzelne zu Gebote gestanden haben) auf die Formumgestaltung der einzelnen Wirbel näher einzugehen: auch dürfte dieses deshalb zunächst unterlassen werden können, weil sich die Umformung am deutlichsten in der Art der Gruppirung der Wirbel ausspricht. Aus den schon oben angeführten Gründen sind die verschiedenen Zustände, in denen (soweit mir das bekannt geworden) die Wirbelsäule der anthropoiden Primaten vorkommt, in der gleichen Weise wie die der menschlichen Wirbelsäule bezeichnet und die in den drei Genera [1] der Anthropoiden

[1] In Betreff des Genus Simia ist auf eine Gruppirung der Wirbelsäulen nach

für jede Form Geltung habenden Formeln [1]) in der beiliegenden Tabelle zusammengestellt worden.

Ueberblickt man die verzeichneten, auf die einzelnen Formen Bezug habenden Formeln, so kann aus ihnen leicht die Umgestaltung der Wirbelsäule ersehen werden. In der Reihe der vom Chimpanzé aufgeführten Zustände der Wirbelsäule z. B. bezeichnet die letzte Formel (7) eine Wirbelsäule, bei welcher die grösste Gesammtzahl der Wirbel, gleichzeitig die grösste Zahl freier Rippenpaare und die Maximalzahl der Caudalwirbel sich findet, ausserdem der 25. Wirbel, von dem angegeben wird, dass er gewöhnlich den ersten Sacralwirbel bilde, in einer Form vorliegt, die auf eine frühere lumbale Beschaffenheit hinweist. Diese Umstände lassen keinen Zweifel, dass diese Wirbelsäule als die primitivste beim Chimpanzé noch vorkommende zu betrachten ist, und an diese schliessen sich die übrigen an. Bei 6. ist das Rippenpaar des 21. Wirbels reducirt

---

ihrer Hinzugehörigkeit zu einer der beiden Species verzichtet worden, da, soweit die Unterscheidung der Species auf Grundlage der von TRINCHESE (l. c. pag. 11—15) gegebenen Characteristik ausführbar war, sich zeigte, dass Vertreter beider Species denselben Zustand der Wirbelsäule besitzen können. Aus demselben Grunde sind auch die wenigen für das Genus Hylobates mir bekannt gewordenen Wirbelsäulen in eine Gruppe zusammengestellt worden. In Betreff der Frage, ob im Genus Troglodytes mehr als zwei Species zuzulassen seien, scheint mir die von ISSEL (l. c. pag. 76—81) vertretene Ansicht zutreffend.

[1]) Von denjenigen in der Literatur enthaltenen Angaben, die gleichzeitig mehrere Individuen derselben Species betreffen, habe ich (mit einer Ausnahme) absehen zu müssen gemeint, da die Angaben über die Schwankungen der Wirbelzahl in den einzelnen Regionen zwar häufig das Verhältniss berühren, in dem die Dorsalregion zur Lumbalregion steht, nicht aber auch darüber sichere Auskunft gewähren, wie bei einer bestimmten Wirbelzahl in der einen oder andern Region gleichzeitig das Sacrum (dessen distales Ende besondere Beachtung verdient) und die Caudalregion beschaffen ist. Das bedingt namentlich in Betreff des Genus Hylobates eine Schwierigkeit. Es erschien daher am zweckmässigsten, nur die Mittheilungen zu benutzen, die sich mit der nöthigen Vollständigkeit auf concrete Objecte beziehen, und in den zu den Formeln gemachten Anmerkungen sind diejenigen Objecte genannt, die den betreffenden Zustand der Wirbelsäule repräsentiren. Wo für einzelne Zustände mehrere Beobachtungen vorliegen, konnte nicht unterlassen werden, dieses anzuführen, um die Sicherheit der Beobachtung zu erhöhen. Zu einer Statistik der betreffenden Verhältnisse könnte, selbst wenn für alle Sammlungen gleich mustergültige Cataloge existirten wie der von OWEN über die osteologischen Präparate des Museum of the Royal College of Surgeons ausgearbeitete, nur ein Versuch gemacht werden; aber obgleich ein solcher zur Zeit nicht möglich ist, scheint es auch bei einer geringen Gesammtzahl nicht ohne Belang, wenn ein als extrem zu bezeichnender Zustand nur in einem Fall vorkommt.

worden, und fortan bleibt der 21. Wirbel der erste Lumbalwirbel. In der Wirbelsäule der Formel 5 hat der 25. Wirbel die lumbosacrale Beschaffenheit aufgegeben und ist ins Sacrum übergetreten, und der 30., der früher das Sacrum abschloss, ist, wie es scheint, etwas verfrüht in die Caudalregion gelangt, die jetzt schon zwei Wirbel an ihrem distalen Ende verloren hat. Nun bekommt (4) der 24. Wirbel lumbosacrale Beschaffenheit und die Caudalregion verliert noch zwei Wirbel. In der nächsten Stufe (3) ist jetzt der 30. Wirbel definitiv dem Caudalabschnitt zugetheilt. Weiter (2) lässt die fortschreitende Umgestaltung des 24. Wirbels diesen als ersten Sacralwirbel erscheinen, und damit verliert jetzt auch der 29. Wirbel seine Stellung im Sacrum und tritt in die Caudalregion. Auf der höchsten Stufe endlich (1) beginnt der Vorgang, der am 25. und 24. Wirbel sich vollzogen hat, auch am 23. sich einzuleiten und lässt damit diese Wirbelsäule als die am meisten umgestaltete erscheinen, was durch den Umstand nicht widerlegt wird, dass hier noch mehr Caudalwirbel sich erhalten haben als in früheren Entwicklungsstufen; die Reduction der Caudalwirbel ist hier offenbar eine etwas retardirte. — Im Princip Gleiches zeigen die übrigen Gruppen, in jeder bezeichnet die zuletzt aufgeführte Formel den primitivsten noch vorhandenen Zustand der Wirbelsäule der betreffenden Form und an diesen schliessen sich die übrigen als höhere Entwicklungsstufen successive an, und indem überall ersichtlich ist, dass die in einer bestimmten Entwicklungsstufe letzten Wirbel der verschiedenen Regionen der Wirbelsäule auf einer weiteren Entwicklungsstufe zu den ersten der distalwärts folgenden Region werden und die Caudalregion an ihrem distalen Ende Wirbel verliert, so spricht sich hierin deutlich eine proximalwärts fortschreitende Umformung aus. Sie ist somit in der Hauptsache die gleiche, wie sie bei der menschlichen Wirbelsäule vorkommt, und wie bei dieser stellen auch hier die Zustände der einzelnen Individuen einzelne Phasen des Entwicklungsganges der Gesammtheit derselben dar. —

Der lumbosacralen Uebergangsformen bei den Anthropoiden ist bereits Erwähnung geschehen, hier sei nur bemerkt, dass die Entstehung derselben unter dem Einfluss der Beziehungen zum Ilium namentlich beim Gorilla und Chimpanzé besonders deutlich ist. Owen [1])

---

[1]) cf. 6, pag. 13, 26.

constatirt in Betreff des Gorilla, dass auf dem Wege einer »elongation (die wohl als eine Lageveränderung aufzufassen ist of the iliac bones« die Lumbalregion um 2 Wirbel verringert[1] werde. Deutlich zeigt sich beim Chimpanzé und Gorilla, dass die dem Sacrum assimilirt werdenden Wirbel früher entschiedene lumbosacrale Form erhalten und mit dem Ilium in ausgedehntem Contact sich finden, als die Verschmelzung mit dem Sacrum beginnt[2], was wohl nur als Hinweis auf die Abhängigkeit der Umformung von dem Verhalten des Ilium angesehen werden kann. Beim Hinzutritt von Wirbeln zum Sacrum kommt in Betreff der Promontoriumbildung dieselbe Erscheinung zu Stande, wie sie bei der menschlichen Wirbelsäule gegeben ist. Für die beiden von ihm untersuchten Exemplare des Gorilla gibt Duvernoy[3] an, dass der 21. Wirbel, der bei dem einen Exemplar lumbosacrale Form besitzt, ein schwach ausgesprochenes Promontorium mit dem folgenden Wirbel bilde, bei dem andern Exemplar habe dieser Wirbel nicht mehr die Charactere eines Lumbalwirbels und der 3. Lumbalwirbel bilde mit dem ersten Sacralwirbel ein Promontorium. Die Existenz zweier Promontorien constatiren Gratiolet und Alix[4] beim Chimpanzé, indem sie mittheilen: »L'angle sacro-vertébral (sacro-lombaire) est peu prononcé. Il est un peu augmenté par un autre angle, que la deuxième vertèbre sacrée fait avec la première, et on pourrait dire, à la rigeur, que c'est là le véritable angle sacro-vertébral. C'est du reste à partir de ce dernier point que commence la concavité du sacrum« etc. An diesem Object ist der 25. Wirbel der erste Sacralwirbel, das als das eigentliche bezeichnete Promontorium ist somit nicht das unter gewöhnlichen Verhältnissen (wo der 25. Wirbel keine Andeutung an seine frühere lumbale Beschaffenheit zeigt) sich findende. An einem von mir untersuchten Objecte, an dem der 25. Wirbel noch keine

[1] Wenn Duvernoy (l. c. pag. 21) in Betreff des Genus Troglodytes und des Orang sagt: »la region lombaire raccourcie dans les genres précédents, s'allonge de nouveau chez les Gibbons«, so kann dieser Aeusserung insofern nicht beigestimmt werden, als es sich bei Hylobates um einen geringeren Grad der Verkürzung handelt.

[2] cf. z. B. die von Owen (6, pl. 12 Fig. 2) und Duvernoy (l. c. pl. IX Fig. C) abgebildeten Objecte. Beim Menschen ist die Verbindung mit dem Sacrum die frühere, was offenbar nur auf die relativ grössere Breite des proximalen Abschnittes des Sacrum zu beziehen ist.

[3] l. c. pag. 39.

[4] l. c. pag. 45.

Verbindung mit dem Sacrum eingegangen, aber schon lumbosacrale Form besitzt, ist dieses ältere Promontorium das einzige.

Die Incongruenzen in der Entwicklung, die sich bei der menschlichen Wirbelsäule fanden, zeigen sich auch bei den eben in Rede stehenden Formen nur in geringerem Maasse, offenbar weil die Zahl der Beobachtungen eine geringere ist. So illustriren beim Orang die Formeln 6 bis 3 sehr deutlich die successive Reduction der Caudalwirbel desselben, während bei der primitivsten Form, in der die Wirbelsäule des Orang noch vorkommt $\frac{8}{}$, eine relativ beschleunigte Reduction einen Caudalwirbel mehr hat schwinden lassen als bei der Entwicklungsstufe 6, die deshalb zweifellos die höhere ist, weil die proximale und distale Grenze des Sacrum um einen Wirbel weiter proximalwärts verlegt ist. Umgekehrt ist die Reduction der Caudalwirbel verlangsamt bei den Wirbelsäulen der Formel 1 und 2, von denen die erstere gleichzeitig, indem auch schon der 23. Wirbel dem Sacrum assimilirt zu werden beginnt und der 28. der Caudalregion zugetheilt worden, den höchsten Grad der beim Orang erreichten Umformung repräsentirt, und die letztere ausser in der Caudalregion auch darin eine noch auffallendere Abweichung zeigt, dass, bei local beschleunigter Umformung, das 12. Rippenpaar verloren worden.

Die Wirbelsäule des Gorilla und die von Hylobates zeigen solche Incongruenzen nicht, beim Chimpanzé dagegen findet sich in einem Fall eine ziemlich beträchtliche Abweichung. Dieselbe besteht bei dem von Gratiolet und Alix [1]) untersuchten Chimpanzé (T. Aubryi). Obgleich bei diesem Object der 25. Wirbel schon dem Sacrum angehört und dieses mit dem 29. endet, ist der 21. Wirbel dem Fortschritt der Umformung nicht gefolgt und hat ein wohl entwickeltes Rippenpaar bewahrt, welches somit ein primitiveres Verhalten zeigt als das von der Wirbelsäule der Formel 7 beschriebene; in der Caudalregion hat die Reduction nur 1 Wirbel übrig gelassen. In einem andern Fall, den Mivart [2]) erwähnt, existirt das 13. Rippenpaar, das sonst überall beim Chimpanzé bewahrt bleibt, nicht mehr, während der 24. Wirbel die erste Stelle im Sacrum einnimmt; in diesem Falle hat am 20. Wirbel eine beschleunigte Umformung stattgehabt [3]).

[1]) l. c. pag. 37—48 u. pl. IV fig. 3, 4.

[2]) cf. 1, pag. 555.

[3]) Leider fehlt eine Angabe über die Beschaffenheit des 23. Wirbels und die der übrigen Sacralwirbel; besässe der erstere lumbosacrale Form und fände sich der 28. Wirbel als letzter Sacralwirbel vor (was Beides nicht unwahrscheinlich ist), so würde diese Wirbelsäule keine Abweichung, vielmehr die höchste Stufe der Umbildung darstellen, für die beim Chimpanzé eine Beobachtung vorliegt.

Bei der Vergleichung der in Rede stehenden Formen sind zunächst die beim Chimpanzé und Gorilla sich findenden Verhältnisse zu berücksichtigen. Diese schliessen sich am leichtesten an einander. Der als der relativ primitivste erscheinende Zustand der Wirbelsäule des Gorilla (4) stimmt vollkommnen überein mit einer Entwicklungsstufe (5) beim Chimpanzé. Verfolgt man nun von hier aus aufwärts die Entwicklungsstufen beider Formen, so sieht man, dass auch die nächst höhere beim Gorilla (3) mit einer höheren des Chimpanzé (3) übereinstimmt; in Bezug auf einen wenn auch geringen Theil der Gesammtumformung besteht somit für beide Formen ein Parallelismus, indem bei beiden die Umgestaltung der Wirbelsäule in der gleichen Weise weitergeht und beide unabhängig von einander am 24. Wirbel die lumbosacrale Form desselben erwerben und auch im Uebrigen erzielen, was das Bestehenbleiben des 13. Rippenpaares, die weitere Umgestaltung des 24. Wirbels und die des 23. anlangt, beide Formen dieselben Resultate, zugleich zeigt sich aber jetzt am Verhalten des distalen Theils des Sacrum eine allerdings nur sehr geringe Divergenz der Entwicklungsrichtung, indem beim Gorilla der 29. Wirbel im Sacrum bleibt, während er beim Chimpanzé in die Caudalregion tritt, und zwar noch bevor der 23. Wirbel lumbosacrale Beschaffenheit bekommen.

Die auch aus andern Verhältnissen sich ergebende enge Verwandtschaft beider Formen zeigt sich auch in Betreff der Wirbelsäule somit darin, dass beide Formen das in Rede stehende Organ nicht nur in gleicher Beschaffenheit überkommen haben, sondern auch die an demselben zur Geltung gekommene Entwicklungsrichtung eine Zeit lang völlig bewahren und auch später nur in einer Beziehung aufgeben, wobei die Wirbelsäule des Chimpanzé wegen der relativ beschleunigten Umformung des 29. Wirbels auf eine etwas höhere Differenzirungsstufe tritt als die des Gorilla. Dass dieser die conservativere Form ist, zeigt sich auch in der Beschaffenheit des 13. Rippenpaares, das bei ihm mächtig entwickelt bestehen bleibt, während dasselbe beim Chimpanzé nicht nur kürzer, sondern auch relativ verkürzt erscheint, ja, wie der von Mivart erwähnte Fall zeigt, ganz schwinden kann. Die niederen Entwicklungsstufen der Wirbelsäule des Chimpanzé (6, 7) schliessen sich in der schon besprochenen Weise an die höheren und an einander an und die relativ primitivste lässt sich einer Entwicklungsstufe von Hylobates anreihen, mit der sie fast vollkommen übereinstimmt. Dass diese Entwicklungsstufe von Hylobates (3) eine niedere unter den bei Hylo-

bates vorkommenden ist, scheint mir ein bezeichnender Umstand. Vergleicht man beide Wirbelsäulen mit einander, so leitet sich der betreffende Zustand des Chimpanzé von dem bei Hylobates gegebenen dadurch ab, dass der 25. Wirbel beim Chimpanzé lumbosacrale Form annimmt, es erscheint somit die relativ primitivste Wirbelsäule des Chimpanzé als eine etwas höhere Entwicklungsstufe der citirten Wirbelsäule von Hylobates. Dass gleichzeitig beim Chimpanzé am distalen Ende des caudalen Abschnitts zwei Wirbel mehr bewahrt geblieben sind als bei Hylobates, ist unwesentlich, da in Betreff der letzten Wirbel dieses Abschnitts einerseits Beobachtungsfehler kaum ausgeschlossen werden können, andererseits nicht erwartet werden kann, bei gleichzeitig lebenden Formen an einem einer völligen Reduction anheimfallenden Theil eine regelmässige Aufeinanderfolge der Entwicklungsstufen zu finden. Sieht man aus den genannten Gründen vom distalen Theil der Caudalregion ab und vergleicht von den bezeichneten Entwicklungsstufen aus die aufwärts folgenden beim Chimpanzé und Hylobates, so sieht man, dass die Umformung des 25. Wirbels in einen Lumbosacralwirbel, der erste und zunächst einzige Act der Umgestaltung, der die Wirbelsäule des Chimpanzé aus dem bezeichneten Zustande bei Hylobates herleitet, zugleich im Sinne einer divergenten Entwicklung beider Formen geschehen ist. Diese folgt aus den beiden Umständen, dass die Wirbelsäule von Hylobates den 25. Wirbel und damit auch den 24. und 23., die successive beim Chimpanzé von der Umformung ergriffen werden, auf ihren höheren Entwicklungsstufen in der gleichen Beschaffenheit bewahrt, während in derselben Entwicklungsperiode an anderen Abschnitten der Wirbelsäule von Hylobates dasselbe Ergebniss erzielt wird wie beim Chimpanzé, indem gleichfalls das 14. Rippenpaar schwindet und der Austritt des 30. Wirbels aus dem Sacrum erfolgt. Der Umformungsprocess hat also nur in einer Beziehung, was den 21. Wirbel anlangt, bei der Weiterentwicklung der Wirbelsäule von Hylobates dieselbe Intensität wie beim Chimpanzé; da aber bei Ersterem die Sacrumbildung nicht in demselben Maasse auf die Lumbalregion übergreift, bleiben diese und das Sacrum auf primitiverer Stufe stehen, die nur in Betreff des 30. Wirbels aufgegeben wird, jedoch nicht in dem Maasse wie beim Chimpanzé, da hier der 30. Wirbel auch als 2. Caudalwirbel gesehen wird. Es characterisirt sich die Divergenz in der Entwicklung beider Formen durch die Disproportionalität in der Umformung der einzelnen Abschnitte, indem bei Hylobates im Vergleich zum Chimpanzé die Umformung der nächst präsacral gelegenen Wir-

bel retardirt ist. Dass die Umformung bei Hylobates später auch am 25. Wirbel eintreten werde, ist um so wahrscheinlicher, als die relativ primitivste Stufe von Hylobates das Fortschreiten der Sacrumbildung lehrt, da hier der 26. Wirbel lumbosacrale Form hat.

Die Reihe der Entwicklungsstufen beim Menschen, die aus den im entwickelten Körper gegebenen Zuständen sich zusammenstellen lässt, begann (cf. pag. 135) mit einem Stadium, das, wie bereits hervorgehoben, bis auf einen Punct mit dem frühesten, zur Beobachtung gelangten embryonalen Entwicklungsstadium, an dem die Bildung eines Sacrum bereits eingetreten, übereinstimmt. Diese Entwicklungsstufe findet sich auch bei Hylobates vertreten, und wenn man von der Differenz am distalen Ende der Caudalwirbelsäule absieht, stimmt dieselbe in der Gruppirung der Wirbel vollkommen mit der Stufe 2 bei Hylobates überein. Obgleich nun aber für die Vergleichung mit den auf einander folgenden Entwicklungsstufen beim Menschen nur ein Stadium bei Hylobates übrig bleibt, zeigt sich doch auch an diesem die Divergenz in der weiteren Entwicklung der Wirbelsäule des Menschen und der von Hylobates. Letztere entwickelt sich weiter indem der 30. Wirbel aus dem Sacrum austritt, während für die menschliche Wirbelsäule die Umformung des 25. Wirbels das frühere Zeichen fortschreitender Entwicklung ist. Dieser Wirbel bekommt bereits lumbosacrale Form, wenn der 30. Wirbel noch das Sacrum schliesst, ja er kann hierbei auch schon zum ersten Sacralwirbel geworden sein, und hat zum mindesten (wie bei den Embryonen IV. 1 A und IV. 2) sehr entschiedene lumbosacrale Form, wenn der Austritt des 30. Wirbels aus dem Sacrum erfolgt. In Bezug auf diesen letzteren Wirbel und die Reduction der distalen Caudalwirbel erreicht die Wirbelsäule von Hylobates dasselbe Maass der Umformung wie die menschliche, bleibt aber im Uebrigen weit hinter ihr zurück. Dass es eine Berechtigung hat, die relativ primitivste Entwicklungsstufe der menschlichen Wirbelsäule an ein Stadium von Hylobates zu schliessen, geht auch aus dem Umstande hervor, dass beim Chimpanzé, bei dem die Entwicklungsstufen noch am weitesten zurückreichen, keine sich findet, die mit der relativ primitivsten des Menschen übereinstimmt, diese hängt mit der primitivsten beim Chimpanzé aber insofern zusammen, als sie mit einer Stufe von Hylobates übereinstimmt, welche die nächst höhere Entwicklungsstufe derjenigen ist, an die sich, von der Richtung, die Hylobates einhält, abweichend, die primitivste des Chimpanzé anschliesst. Vergleicht man jetzt die auf einander folgenden Entwick-

lungsstufen beim Menschen mit denen vom Chimpanzé, bei beiden von der primitivsten ausgehend, so sieht man, dass bei beiden Formen die nächst höhere Stufe (7 beim Menschen, 6 beim Chimpanzé) bis auf einen Caudalwirbel, der sich beim Menschen mehr erhalten hat, vollkommen übereinstimmt. Dass dieses übereinstimmende Verhalten aber ein in zwei differenten Entwicklungsreihen erzieltes gleiches Ergebniss ist, geht nicht nur aus dem eben hervorgehobenen Umstande hervor, dass für beide Reihen die Ausgangspuncte nicht zusammenfallen, man sieht es auch aus der Art, wie das gleiche Ergebniss zu Stande gekommen. Beim Chimpanzé besteht die lumbosacrale Form des 25. Wirbels schon zu einer Zeit, wo das 14. Rippenpaar als solches noch vorhanden ist; indem dieses schwindet und der 25. Wirbel seine Gestalt beibehält, resultirt die in übereinstimmendem Verhalten angetroffene Entwicklungsstufe, während beim Menschen das 14. Rippenpaar als solches schon nicht mehr existirt, wenn dem 25. Wirbel noch eine rein lumbale Form zukommt: hier also entsteht die in Rede stehende Entwicklungsstufe dadurch, dass der 21. Wirbel seine Form beibehält, hingegen der 25. sich umgestaltet und indem er lumbosacrale Form annimmt, die Uebereinstimmung zu Stande kommen lässt. Die weiteren Entwicklungsstufen zeigen die Divergenz beider Reihen deutlich. Bei der menschlichen Wirbelsäule schwindet das 13. Rippenpaar während der Zeit, in welcher der 25. Wirbel erster Sacralwirbel wird, beim Chimpanzé besteht das 13. Rippenpaar noch, auch wenn bereits der 23. Wirbel dem Sacrum assimilirt zu werden beginnt. In Bezug auf den 20. Wirbel ist die menschliche Wirbelsäule die höher differenzirte, was aber das Fortschreiten der Sacrumbildung anlangt, so ist die Wirbelsäule des Chimpanzé die in höherem Maasse umgeformte, zumal bei ihr der 29. Wirbel, der beim Menschen im Sacrum bleibt, schon als erster Caudalwirbel gesehen werden kann.

Beim Orang findet sich in der rel. frühesten Entwicklungsstufe (8) ein 13. Rippenpaar nicht, in ihrer übrigen Beschaffenheit stimmt dieselbe mit der Entwicklungsstufe 5 beim Chimpanzé überein und könnte sich aus der letzteren ableiten durch Reduction des 13. Rippenpaares und Schwund dreier Caudalwirbel. Damit wäre ein ähnliches Verhältniss gegeben, wie es bei der Vergleichung der Wirbelsäule des Chimpanzé und des Menschen sich zeigte, hier aber sicherer zu beurtheilen war; auch in der dem Orang angehörigen Reihe wäre auf differentem Wege eine Form der Wirbelsäule zu Stande gekommen, die auch der menschlichen Wirbelsäule zukommt, und

es bezeichnet die hohe Differenzirungsstufe, auf der die Wirbelsäule des Orang überhaupt steht, dass die primitivste, jetzt bei ihm noch vorkommende Form die gleiche Gruppirung der Wirbel zeigt, die der Entwicklungsstufe der menschlichen Wirbelsäule, die zur Zeit die normale ist, zukommt, und in Betreff der Caudalwirbel in höherem Grade reducirt worden ist, als das bei der menschlichen Wirbelsäule der Fall ist. Für die weitere Entwicklung der Wirbelsäule des Orang ist die Umformung, die der distale Abschnitt der Wirbelsäule erfährt, besonders bezeichnend, da dieselbe in höherem Maasse stattfindet als bei einer der anderen Formen. Der 29. Wirbel ist beim Orang nur sehr selten noch im Sacrum enthalten, und wenn er der erste und zugleich einzige Caudalwirbel ist (3), findet kein Caudalwirbel beim Menschen, Gorilla und Hylobates sein Homologon beim Orang. Der 28. Wirbel, der bei den übrigen Formen stets noch Sacralwirbel ist, hat beim Orang die Umformung zu einem Caudalwirbel erfahren. In der Umgestaltung der nächst präsacralen Wirbel erreicht die Wirbelsäule des Orang dasselbe Maass wie die vom Gorilla und Chimpanzé, übertrifft aber die beider Formen was die Entwicklung des 20. Wirbels anlangt, der sich beim Orang in derselben Weise umformt wie beim Menschen, dessen Wirbelsäule im Uebrigen aber hinter der des Orang zurückbleibt, die als diejenige bezeichnet werden kann, an welcher der Process der Umformung den weitesten Fortschritt macht.

Fasst man nun das Ergebniss der Vergleichung, so weit es die Beziehung der Formen zu einander betrifft, zusammen, so darf der Umstand hervorgehoben werden, dass, abgesehen von Hylobates, die den einzelnen Formen zukommenden Reihen der Entwicklungsstufen in ihren untersten Gliedern eine völlige oder nahezu vollkommene Uebereinstimmung mit niederen Stufen anderer Reihen zeigen und direct oder, für den Gorilla und Orang indirect, niederen Entwicklungsstufen von Hylobates sich anschliessen, in ihren höheren Stufen aber, indem die Umformungen in den einzelnen Abschnitten der Wirbelsäule für jede Form in besonderem Verhältniss zur Geltung kommen, divergent auseinandergehen. Letzteres Ergebniss scheint mir das wesentlichere zu sein, da dasselbe nicht beanstandet werden kann, wohl aber hinsichtlich der Berechtigung, die betrachteten Reihen in der versuchten Weise an einander zu schliessen, Bedenken bestehen können und jedenfalls zuzugeben ist, dass die-

Formeln der Wirbelsäule der anthropoiden Primaten.

(Cf. pag. 151—161.)

Orang.

1.	(8—19) d.	(20—22) l.	23. ls.	(24—27) s.	(28—30) cd. [1]
2.	(8—18) d.	(19—23) l.		(24—28) s.	(29—30) cd. [2]
3.	(8—19) d.	(20—23) l.		(24—28) s.	29. cd. [3]
4.					(29—30) cd. [4]
5.					(29—31) cd. [5]
6.					(29—32) cd. [6]
7.	(8—19) d.	(20—23) l.	24. ls	(25—?) s. [7]	
8.	(8—19) d.	(20—24) l.		(25—29) s.	(30—31) cd. [8]

[1] Von Blainville (l. c. fasc. I, pag. 29) beschriebene Wirbelsäule eines erwachsenen Thieres. Es werden zwar 4 Lumbalwirbel angegeben, vom letzten wird jedoch gesagt, er sei »interiliaque et même articulée par ses apophyses transverses avec l'ileon, de manière à paraitre faire partie du sacrum, d'autant plus que son apophyse épineuse est dans la direction de la crête medio-sacrée«, daher ist der Wirbel als ls. bezeichnet worden. Dass der 27. Wirbel nicht »la première coccygienne soudé avec le sacrum« ist, unterliegt keinem Zweifel. Hierher gehört auch die von Duvernoy (l. c. pag. 21, 23) beschriebene Wirbelsäule eines erwachsenen »Orang de Bornéo, dit Singe de Wurmb«. Von den Caudalwirbeln ist nur der erste vorhanden.

[2] Wirbelsäule des von Trinchese (l. c. pag. 24, 26, 27) beschriebenen Skelets »che fu con molta cura montato dal valente praeparatore Kerim«. Ueber die Beschaffenheit des 11. Rippenpaars und der Seitenfortsätze des 19. Wirbels fehlen leider Angaben.

[3] Eigene Beobachtung an einem in Alkohol conservirten noch nicht erwachsenen Thier, die keinen Zweifel darüber liess, dass dasselbe nur einen einzigen Caudalwirbel besessen. Die Pars lat. im Bereiche des 28. Wirbels und zum Theil auch des 27. ist noch vollkommen knorpelig. Hierher gehört auch die Wirbelsäule eines erwachsenen (M. 3 bereits angeschliffen) Exemplars der Heidelberger Sammlung; der 29. Wirbel liegt als einziger Caudalwirbel vor, es hat aber der distale Rand desselben eine Beschaffenheit, die es unwahrscheinlich macht, dass bei der Präparation Wirbel verloren gegangen. Die Gewebsmasse, welche den Seitenfortsatz desselben mit der Spitze der Pars lat. verbindet, zeigt sich bei mikroskopischer Untersuchung nur aus derbem fibrillären Bindegewebe zusammengesetzt.

[4] Eigene Beobachtung an einem jugendlichen (sein Milchgebiss noch besitzenden) in Alkohol conservirten Individuum. In der Pars lat. im Bereiche des 27. und 28. Wirbels keine Verknöcherung eingetreten, dieser Theil der Pars lat. zeigt sich auf (mikroskopisch untersuchten) Frontalschnitten in der Form einer ziemlich dünnen Knorpelspange, welche die Seitenfortsätze des 27. und 28. Wirbels verbindet; das Analogon eines Lig. sacro-coccyg. lat., welches den 28. und 29. Wirbel verbindet, enthält nichts auf eine reducirte Pars lat. Beziehbares.

[5] Diesen Zustand der Wirbelsäule repräsentiren 9 unter den von Vrolik l. c. pag. 8, 9, 10) aufgeführten Exemplaren. Hierher sind auch zu rechnen 3 von Owen (cf. 6, pag. 763 s. N. 5057 und N. 5058 und pag. 764, 765 s. N. 5061—5072) beschriebene jugendlichen Individuen angehörige Objecte, bei welchen indess die Grenze zwischen der Sacral- und Caudalregion, die den 24.—31. Wirbel enthalten, nicht feststellbar gewesen ist. Diesen Exemplaren ist, was die Lumbalregion und den proximalen Theil der Sacralregion anlangt, die von Duvernoy (l. c. pag. 21) beschriebene Wirbelsäule eines »Orang de Sumatra« anzuschliessen, die Caudalwirbel sind incomplet, und dass sich nur 4 Sacralwirbel finden, dürfte wohl auf eine partielle Zerstörung der Pars lat. durch die Präparation zu beziehen sein.

[6] Von Owen (cf. 1, pag. 362, 363, pl. 50) beschriebene und abgebildete Wirbelsäule eines erwachsenen (der Sammlung der Zool. Soc. angehörigen) Exemplars, an dem die »natural ligaments« erhalten sind. 5 Wirbel werden im Sacrum gezählt und 3 Caudalwirbel angegeben. Nach der Abbildung zu urtheilen, muss indess angenommen werden, dass auf das Sacrum 4 miteinander verschmolzene Caudalwirbel folgen, von denen der letzte (der 32. Wirbel) eine mediane Einkerbung besitzt. Was die Totalzahl der Wirbel und die Abgrenzung der präsacralen Regionen anlangt, gehört hierher auch die von Duvernoy (l. c. pag. 21) beschriebene Wirbelsäule eines »jeune Orang de Bornéo«, für den 4 Sacralwirbel und 5 Caudalwirbel angegeben werden, was wohl darauf beruht, dass auch hier der scheinbar erste Caudalwirbel ein bei der Präparation abgetrennter Sacralwirbel ist, das ist um so wahrscheinlicher, als Duvernoy in Betreff dieses Objects sagt: »A la vérité, on pourrait compter la quatrième sacrée tout aussi bien comme la première vertèbre caudale«, d. h. wenn man auf den noch nicht verknöcherten Theil der Pars lat. kein Gewicht legt.

[7] Wirbelsäule eines von Owen (cf. 1, pag. 362 pl. 49) untersuchten Exemplars (dem Museum of the College of Surgeons of London angehörig). Dieselbe unterscheide sich von anderen »in having an additional lumbar vertebra«. Von diesem Wirbel heisst es: »The additional lumbar vertebra in the College specimen indicates, however, its abnormal character by its form and situation: it is lodged deeper in the interspace of the ossa innominata than the last lumbar vertebra of the aduct Orang in the Museum of the Zoological Society; and the right transverse process is expanded like that of a sacral vertebra and is joined to the ilium in a corresponding manner«. Daher ist der Wirbel als ls. bezeichnet worden. Die Zeichnung lässt nur die Existenz von 5 Wirbeln in der Lumbalregion erkennen. Wie das Sacrum und die Caudalwirbel beschaffen sind, kann aus der Abbildung nicht ersehen werden und auch im Texte findet sich keine auf die genannten Theile dieses speciellen Objects zu beziehende Angabe.

[8] Wirbelsäule eines alten ♂ Individuums, welche von Owen (cf. 5, pag. 759, 760 No. 5050) kurz beschrieben worden ist.

[9] Cf. Owen 6, pag. 6, 13, 14, 25, 26, pl. 12, fig. 2 (altes männliches Individuum; British Museum). Die Seitenfortsätze des 23. sind mässig verdickt aber pag. 13) articuliren mit dem Ilium. Ueber die in der Abbildung sichtbaren 4 Caudalwirbel findet sich im Text keine Angabe.

[10] Cf. Duvernoy l. c. pag. 35, 36, 39, pl. IX, Fig. D (altes männliches Exemplar des Pariser Museum). Duv. sagt zwar in Betreff der Sacral- und Caudalregion (pag. 39): »La première vertèbre sacrée n'a plus le caractère des lombaires. C'est la troisième lombaire qui forme un angle avec la première sacrée; et la quatrième lombaire de la femelle est devenue la première sacrée chez le mâle. Il y a quatre de ces dernières vertèbres qui tiennent aux iléons, et seulement quatre paires de trous de conjugaison. On peut compter ensuite six vertèbres caudales avec un septième tubercule rudimentaire« und pag. 36 werden 7 Caudalwirbel »sans trous de conjugaison« angegeben; Owen's (cf. 3, pag. 104) Beschreibung desselben Objects, die durch die Abbildung bei Duv. unterstützt wird, lässt jedoch annehmen, dass wenigstens auch noch der 29. Wirbel sich im Sacrum befinde; nachdem Owen von der vollkommenen Assimilation des letzten Lumbalwirbels gesprochen, sagt er: »as the first two of the coccygeal vertebrae have coalesced with each other and with the last sacral vertebra, the sacrum of this old male Gorilla, as characterized by coalescence, includes not less than eight vertebrae«. Da aber nicht speciell gesagt wird, dass einer oder beide Caudalwirbel auch an der Pars lat. betheiligt sind, so kann mit Sicherheit nur der 29. Wirbel noch dem Sacrum zugetheilt werden.

[11] Cf. Duvernoy (l. c. pag. 35, 38, 39) und die bei Blainville (l. c. fasc. I pl. 1 bis.) gegebene Abbildung desselben Objects (altes weibliches, im Pariser Museum befindliches Individuum). Abbildung und Beschreibung lassen keinen Zweifel, dass der 24. Wirbel als Lumbosacralwirbel zu bezeichnen ist. Cf. auch das von Owen (3, pag. 104) über diesen Wirbel Gesagte. Die Caudalwirbel fehlen.

Gorilla.

1.	(8—20) d.	(21—22) l.	23. ls.	(24—29) s.	(30—33) cd. [9]
2.	——	(21—23) l.		(24—29) s.	(30—34) cd. [10]
3.	——	(21—23) l.	24. ls.	(25—29) s.	(30—?) cd. [11]
4.	——	(21—24) l.		(25—29) s.	(30—?) cd. [12]

[12] Cf. Owen 3, pag. 94, 103, 104, 106, 107, pl. 35 fig. 1, pl. 36 fig. 1 und die an einem anderen Orte (5, pag. 792—795) über dasselbe Object (erwachsenes aber nicht altes Exemplar im Mus. R. Col. Surg.) gemachten Angaben.

[13] Cf. Duvernoy l. c. pag. 20. Von dem letzten der drei Lumbalwirbel sagt D., die Seitenfortsätze desselben seien »assez grandes pour toucher aux iléons«, daher der Wirbel als ls. bezeichnet worden. Im Sacrum findet D. 4 Wirbel, die Caudalregion bestehe aus 5 Wirbeln und einem »petit tubercule terminal, rudiment d'une sixième caudale ou épiphyse de la cinquième. D. behauptet zwar, die angegebenen Zahlen seien exact, da unter seiner Aufsicht das Skelet, welches noch die Bänder besitze, präparirt worden sei; da es sich aber um das Skelet eines jungen Thieres handelt, und D. angibt, die beiden ersten Caudalwirbel hätten Seitenfortsätze, so muss, obgleich es mehr Interesse hätte, wenn der 27. Wirbel der letzte Sacralwirbel wäre, doch angenommen werden, dass der 28. (bei der Präparation abgetrennte) der letzte Sacralwirbel gewesen ist.

[14] Cf. Owen 5, pag. 770—776. Wirbelsäule eines alten männlichen Individuums.

[15] Cf. Duvernoy l. c. pag. 21 und 39, pl. IX fig. C. Wirbelsäule eines erwachsenen Trogl. Tschégo. Die Beschreibung enthält Widersprüche, die Abbildung lässt aber darüber keinen Zweifel, dass dem 4. Lumbalwirbel exquisit lumbosacrale Form zukommt, das Sacrum 5 Wirbel enthält und 4 Caudalwirbel vorliegen. Hierher gehören auch, was die Gruppirung der präsacralen Wirbel und die lumbosacrale Beschaffenheit des 24. Wirbels anlangt, drei von Owen (5, pag. 769 No. 5084, No. 5085 und pag. 781 No. 5173) beschriebene Wirbelsäulen, bei welchen jedoch die Grenze zwischen der Sacral- und Caudalregion nicht feststellbar gewesen ist. Auch die von Vrolik (l. c. pag. 7) untersuchte Wirbelsäule schliesst sich hier an, indem der 24. Wirbel exquisit lumbosacrale Form hat (die distale Grenze des Sacrum scheint nicht sicher festgestellt zu sein).

[16] Cf. Owen 5, pag. 767, 868. Wirbelsäule eines alten weiblichen Individuums. Die Seitenfortsätze des 4. Lumbalwirbels seien vergrössert »by the development of a thick anapophysis at their back part, which here articulates with the first sacral vertebra. Cf. auch pag. 775 über die lumbosacrale Form dieses Wirbels. Dieselbe Beschaffenheit (Caudalwirbel unvollständig) zeigt auch die von Owen 1, pag. 250 beschriebene Wirbelsäule, cf. auch 1, pl. 50.

[17] Eigene Beobachtung an einem jungen, in Alkohol conservirten Exemplar. Die gleiche Beschaffenheit besitzt auch die von Frank Champneys (l. c. pag. 176, beobachtete Wirbelsäule, bei welcher jedoch die Grenze zwischen dem Sacrum und der Caudalregion nicht festgestellt worden.

[18] Die erste Wirbelsäule eines Chimpanzé, die bekannt geworden, die von Tyson (l. c. pag. 69, 70) untersuchte, repräsentirt den bezeichneten Zustand der Wirbelsäule. Tyson gibt 5 Lumbalwirbel an, sagt aber »the os ilium of each side does ascend so high, as to include the two lover vertebrae«, daher ist der 25. Wirbel wohl als Lumbosacralwirbel zu bezeichnen; dafür spricht auch die (allerdings etwas mangelhafte) Abbildung (cf. fig. 5); hinsichtlich der Bezeichnung der proximalen Grenze des Sacrums liegt in der Abbildung offenbar ein lapsus calami vor, wäre die Bezeichnung richtig, so stände die Abbildung mit dem Text in einem Widerspruch, da dann nur ein Lumbalwirbel vom Ilium eingeschlossen würde.

[19] Eigene Beobachtung, an einem in Alkohol conservirten Exemplar, an

Chimpanzé.

1.	(8—20) d.	(21—22) l.	23. ls.	(24—28) s.	(29—33) cd. [13]
2.	——	(21—23) l.		(24—28) s.	(29—31) cd. [14]
3.	——	(21—23) l.	24. ls.	(25—29) s.	(30—33) cd. [15]
4.	——	(21—23) l.	24. ls.	(25—30) s.	(31—32) cd. [16]
5.	——	(21—24) l.		(25—29) s.	(30—34) cd. [17]
6.	——	(21—24) l.	25. ls.	(26—30) s.	(31—34) cd. [18]
7.	(8—21) d.	(22—24) l.	25. ls.	(26—30) s.	(31—36) cd. [19]

Hylobates.

1.	(8—20) d.	(21—25) l.		(26—29) s.	(30—32) cd. [20]
2.	(8—20) d.	(21—25) l.		(26—30) s.	(31—32) cd. [21]
3.	(8—21) d.	(22—25) l.		(26—30) s.	(31—34) cd. [22]
4.	(8—21) d.	(22—25) l.	26. ls.	(27—30) s.	(31—34) cd. [23]

welchem das 14. Rippenpaar ein eigenthümliches Verhalten zeigte. Am 21. Wirbel findet sich am Bogen an der Stelle, wo derselbe in den Wirbelkörper übergeht und zwar näher dem proximalen Rande des ersteren, ein kleiner Höcker, an welchem durch Bandmasse das vertebrale Ende eines 1,4 cm langen, in toto verknöcherten Rippenrudimentes geheftet ist, das entgegengesetzte Ende desselben steht frei, nahe demselben findet sich an der dorsalen Fläche der Rippe ein Vorsprung, der an einen Fortsatz des Bogens durch Bandmasse geheftet ist, welcher Fortsatz kleiner aber ebenso situirt ist, wie die Seitenfortsätze der Wirbel 22—24. Zwischen der Rippe, bei welcher somit Capitulum und Tuberculum noch angedeutet sind, und dem Bogen findet sich nur weiches Bindegewebe. Links besteht eine ganz ähnlich gestaltete rudimentäre Rippe, es findet sich aber, von der Spitze des Rippenrudiments durch einen Zwischenraum von 2,5 cm getrennt, in der Bauchwand, parallel der 13. Rippe, ein 2,2 cm langer, einige mm im Durchmesser haltender, stabförmiger Skelettheil, dessen dem Rippenrudiment zugewandte Hälfte knöchern, die andere knorpelig ist. An den distalen Rand dieses Theils inseriren sich Fasern des M. quad. lumb., vom proximalen Rande des knorpeligen Theils geht an den distalen Rand der 13. Rippe ein M. intercostalis int. Der in Rede stehende Skelettheil kann sonach nur ein Theil der 14. Rippe sein, welche bei der Reduction in 2 Abschnitte zerfällt worden, von denen der kleinere am Wirbel sitzt. Rechts war in den durch die Zersetzung mehr alterirten Weichtheilen nur ein kurzer Knorpelstab aufzufinden, der nicht mehr in situ lag, selbstverständlich aber ebenfalls als abgesprengter Abschnitt der 14. Rippe anzusehen ist. — Der 34. und 35. Wirbel sind verknöchert, mit einander verschmolzen, aber doch deutlich abgrenzbar, der 36. ist durch ein kleines kugliges Knöchelchen repräsentirt, welches dem distalen Rande der dorsalen Fläche des 35. Wirbels fest aufsitzt.

[20] Wirbelsäule von Hyl. syndactylus. Cf. Duvernoy l. c. pag. 22 und 40. Von den Caudalwirbeln fehlt keiner. Dieselbe Beschaffenheit (die Caudalwirbel fehlen nur) zeigt auch die von Vrolik l. c. pag. 8, 9, 10 beschriebene Wirbelsäule von H. syndact.

[21] Repräsentirt durch die von Owen 6, pag. 755, 756 s. N. 5026 aufgeführte Wirbelsäule eines H. leuciscus und die an demselben Orte pag. 756 s. N. 5027 erwähnte Wirbelsäule eines H. lar.

[22] Von Owen (cf. 5, pag. 756 und 757 N. 5029) beschriebene Wirbelsäule eines Hyl. spec.

[23] Eigene Beobachtung an einem Skelet in dem anatomischen Museum in Heidelberg (spec. ?). Die Verbindung des 26. Wirbels mit dem 27. ist durch eine Intervertebralscheibe vermittelt, beide Wirbel bilden ein deutliches Promontorium, der rechte Seitenfortsatz des 26. Wirbels ist in seinem basalen Theil nicht unbeträchtlich verdickt, nimmt gegen die Spitze hin an Volum ab, diese ist durch Bandmasse an das Ilium geheftet (eine Articulation scheint nicht zu bestehen). Links ist der Seitenfortsatz stärker verdickt, die Endfläche seiner Spitze liegt dem Ilium dicht an (es scheint nur eine syndesmatische Verbindung zu bestehen), die Endfläche des Fortsatzes und seine distale Fläche laufen in eine vorspringende Kante aus, welche von der proximalen Endfläche der Pars lat. durch einen etwa 2 mm betragenden Zwischenraum getrennt ist. Der 26. Wirbel wird vollkommen vom Ilium überragt, eine die höchste Convexität der Cristae oss. ilium berührende Horizontalebene durchsetzt den 25. Wirbel nahe seiner proximalen Endfläche. Dass der 31. Wirbel nicht auch zum Sacrum gehört habe, ist nicht mit Sicherheit zu verneinen, da bei der Präparation des einem jugendlichen Individuum angehörigen Skelets leicht die betreffende Partie der Pars lat. beschädigt sein konnte, die noch erhaltene, die Seitenränder des 30. und 31. Wirbels verbindende Gewebsmasse bestand nur aus Bindegewebe. Wahrscheinlich fehlt ein Caudalwirbel. —

selbe nicht die einzig mögliche ist. Es liessen sich für den Gorilla dieselben niederen Entwicklungsstufen voraussetzen (die bei reichem Material wohl auch nachzuweisen wären), wie sie beim Chimpanzé sich finden, was die Reihe des Gorilla an dieselbe Stufe von Hylobates anschliessen liesse, an welche die Reihe der Entwicklungsstufen beim Chimpanzé anknüpft; ebenso könnten auch in Betreff des Orang Zustände existiren, die auf dieselbe Entwicklungsstufe von Hylobates hinführen, die mit der relativ primitivsten des Menschen übereinstimmt. Dabei müsste nur angenommen werden, dass der Betrag der Umformung, den jede Form selbstständig erfährt, ein grösserer ist, als ihn die vorliegenden Reihen wahrnehmen lassen, eine Annahme, die selbstverständlich schon deshalb zuzulassen ist, weil kein Grund besteht, das aus den vorliegenden Reihen ersichtliche Maass der Umformung für das Maximum der selbstständig zu Stande gekommenen Umgestaltung zu halten. Man könnte sich aber auch auf den Umstand beziehen, dass, wie bei der Vergleichung der dem Menschen und dem Chimpanzé zukommenden Reihen nachzuweisen war, das gleiche, alle Abschnitte der Wirbelsäule betreffende Ergebniss zweimal zu Stande gekommen (wie auch im Uebrigen innerhalb kleinerer Abschnitte der Wirbelsäule die gleichen Zustände in direct unabhängiger Weise resultiren) und, hierauf gestützt, die Möglichkeit statuiren, dass die Uebereinstimmung mit gewissen Entwicklungsstufen von Hylobates, die für die vier übrigen Formen theils nachweisbar theils voraussetzbar ist, nur eine solche sei, die in verschiedener Weise zu Stande gekommen und somit als eine trügerische zu betrachten wäre. Aber auch diese Möglichkeit kann die nachweisbare Divergenz in der Entwicklungsrichtung der betrachteten Formen ihres Werthes nicht berauben, diese nöthigt dazu, die Existenz von Ausgangspuncten zu statuiren, von denen aus die Divergenz stattgehabt hat, wobei es im Hinblick auf die erörterten Möglichkeiten eine offene Frage bleiben muss, wie weit diese Ausgangspuncte zurückliegen und ob dieselben direct oder indirect mit einander verbunden sind. In Bezug auf die hier existirenden Möglichkeiten scheint mir, wegen der zur Hylobates sich ergebenden Beziehungen, die Auffassung nicht ganz unbegründet, welche das Genus Hylobates als ein solches anspricht, bei dessen jetzt lebenden Vertretern noch am meisten von den Eigenthümlichkeiten einer diesem Genus und zugleich den übrigen Formen zu Grunde liegenden Stammform sich erhalten hat.

Die Betrachtung der Umgestaltung der menschlichen Wirbelsäule ging von der Form dieses Scelettheiles aus, die als primitivste im entwickelten Körper des Menschen in seltenen Fällen bestehen bleibt und bei zwei Arten von Hylobates sich vertreten findet und es erübrigt jetzt, anknüpfend an das Verhalten des 26. und 31. Wirbels beim Embryo und die Existenz von Rippenrudimenten am 21. bis 26. Wirbel diejenigen bei anderen Primaten im entwickelten Zustande gegebenen Einrichtungen hervorzuheben, welche auf diese embryonalen Vorkommnisse Bezug haben und als weiter zurückliegenden Stadien angehörig betrachtet werden können. Was den 26. Wirbel anlangt, so wurde bereits erwähnt, dass die bei einem Embryo beobachtete unvollkommene Verschmelzung desselben mit der vom 27. bis 30. Wirbel gebildeten, ein Continuum darstellenden Pars lateralis auf den Umstand Bezug hat, dass bei den meisten [1] Cynopithecinen der 26. Wirbel der letzte Lumbalwirbel ist. Einen Uebergang zu diesem Verhalten bietet die primitivste bei Hylobates vorkommende Wirbelsäule, in welcher der 26. Wirbel lumbosacrale Form hat. An dieser Wirbelsäule besitzt der 31. Wirbel keine Beziehung zur Pars lateralis des Sacrum, er hat auch nicht die beim Embryo beobachtete Form eines Sacrocaudalwirbels, sondern liegt als erster Caudalwirbel vor. Unter den Cynopithecinen findet sich, soviel mir bekannt, keine Species, bei der der 31. Wirbel mit dem Sacrum verbunden wäre, hier ist gewöhnlich der 30. Wirbel der erste Caudalwirbel, ja bei Semnopithecus entellus [2], wo das Sacrum wie bei den meisten übrigen Cynopithecinen mit dem 27. Wirbel beginnt, ist der 29. Wirbel der erste Caudalwirbel. Auf dieses Verhalten wird später zurückzukommen sein, hier interessiren zunächst Formen, die unter den Cebinen und Lemuriden vorkommen, deren Wirbelsäulen, was die Gruppirung der Wirbel anlangt, eine morphologische Reihe bilden, die einerseits sich der zuletzt erwähnten Wirbelsäule von Hylobates anschliesst, andererseits mit der am wenigsten veränderten Form, die unter den lebenden Vertretern der Ordnung noch erhalten ist, endet, die somit in Betreff der Anthropoiden und des Menschen die Hauptstadien des Umformungsprocesses (wobei zu

[1] Ausnahmen finden sich im Genus Cynocephalus, wo bei C. porcarius und mormon (cf. Owen 5, pg. 732, 733, 735) der 26. Wirbel sich schon als erster Sacralwirbel vorfindet. Bei Cynopithecus niger findet sich dieser Wirbel als vorletzter Lumbalwirbel an dem von Owen (5, pg. 744) unter der Bezeichnung »Black Monkey (Macacus niger)« beschriebenen Object.

[2] cf. Owen 5, pg. 752.

berücksichtigen, dass es sich um gleichzeitig lebende Formen handelt) repräsentirt. Das Verhalten der hier in Betracht kommenden sechs Formen ist nachstehend verzeichnet.

Cebus (spec.)	(8—21)	d.	(22—27)	l.	(28—30)	s.	(31—54)	cd. [1]		
Indris	(8—20)	d.	(21—28)	l.	(29—32)	s.	(33—43)	cd. [2]		
Nyctipithecus felinus	(8—21)	d.	(22—29)	l.	(30—32)	s.	(33—52)	cd. [3]		
Loris	(8—21)	d.	(22—30)	l.	(31—33)	s.	(34—39)	cd. [4]		
Loris	(8—22)	d.	(23—31)	l.	(32—34)	s.	(35—39	+	1 ?)	cd. [5]
Nycticebus tardigradus	(8—23)	d.	(24—31)	l.	(32—37)	s.	(38—42)	cd. [6]		

Diese Wirbelsäulen zeigen, was zunächst die Sacrumbildung anlangt, dass dieselbe bei den verschiedenen Formen, wenn von Nycticebus ausgegangen wird, in fast stetiger Stufenfolge successive weiter proximal gelegene Wirbel betrifft, und wenn die Bestimmung der speciellen Homologieen richtig ist, woran zu zweifeln ein Grund nicht vorliegt, müssen auch diese Verhältnisse im Sinne einer fortschreitenden Sacrumbildung aufgefasst werden, und dass diese eine proximalwärts fortschreitende ist, wäre nur dann zu bezweifeln, wenn das Ilium mit dem ersten Sacralwirbel sich nicht im Contact fände. Dass das Ilium ausschliesslich dem ersten Sacralwirbel anlagert, wird von Blainville für Nycticebus und Loris (in Bezug auf Nyctipithecus geht es aus der Abbildung hervor) speciell angegeben. Geht man nun bei der Vergleichung der vorgeführten Objecte vom 31. Wirbel aus, so zeigt sich, dass dieser Wirbel, der beim menschlichen Em-

---

[1]) Formel der beiden von Owen (5, pg. 726, 727 d. Nr. 4677 und 4681) aufgeführten Objecte.

[2]) Formel des von Blainville (l. c. fasc. III pg. 19—21 pl. IV beschriebenen Exemplars.

[3]) Formel des von Blainville l. c. fasc. II pg. 20 beschriebenen und pl. III unter dem Namen Douroucouli (C. trivirgatus) abgebildeten, vollständigen, unter Bl.'s Aufsicht präparirten Skeletes des von Fr. Cuvier (Mammifères de la Ménag. pl. 72) abgebildeten Thieres. Die Bezeichnung, die Bl. diesem Object gegeben, ist durch einen Irrthum Fr. Cuvier's veranlasst, wie Is. Geoffroy St. Hilaire (l. c. pg. 38, 39) nachweist.

[4]) Formel des von Owen (5, pg. 718 d. Nr. 4632) unter der Bezeichnung Stenops gracilis (slender Lemur) beschriebenen Objects.

[5]) cf. Blainville l. c. fasc. III pg. 16.

[6]) Formel des von Blainville (l. c. fasc. III pg. 13—15) beschriebenen, pl. II unter der Bezeichnung Lori paresseux (L. tardigradus) abgebildeten Objects. Vom Sacrum sagt Bl., es sei sehr schmal und lang und gibt ferner an: »il comprend en effet, outre les trois vertèbres ordinaires et sans distinction, les trois coccygiennes anterieures«. Daher sind von den 7—8 Caudalwirbeln, die von Bl. angegeben werden, drei als zum Sacrum gehörig bezeichnet worden, dies wird auch durch die Abbildung einigermassen gerechtfertigt, die übrigens die Grenze zwischen dem Sacrum und den Caudalwirbeln nicht genau ersehen lässt.

bryo in der Form eines Sacrocaudalwirbels vorlag und damit auf eine frühere Zugehörigkeit zum Sacrum hinwies, diese Beziehung bei Cebus zwar schon verloren hat, dagegen bei Indris sie noch besitzt, wo ihm die vorletzte[1]) Stelle im Sacrum zukommt. Da aber dieser Wirbel bei Nycticebus und einem Exemplar von Loris der letzte Lumbalwirbel ist, so folgt daraus, dass auch der 27. bis 30. Wirbel beim Menschen, die, soweit sie der embryologischen Untersuchung zugängig waren, sich stets (oder, den 30. anlangend, auf früherer Entwicklungsstufe) als Sacralwirbel zeigten, in weiter zurückliegenden Zuständen lumbale Beschaffenheit gehabt haben und das gilt auch von den gleichen Wirbeln aller übrigen Formen und es folgt ferner, dass die vom 31. Wirbel aus distal gelegenen Wirbel des Menschen (seine jetzigen Caudalwirbel) früher Sacralwirbel gewesen sind. Für Sacra, die Wirbel bis zum 32. incl. einschliessen, geht aus der Vergleichung der vorstehenden Formen unmittelbar hervor, dass der letzte Wirbel als Sacralwirbel der älteste Theil des jeweilen vorliegenden Sacrum ist und das lässt auch die Verhältnisse von Loris und Nycticebus in der gleichen Weise beurtheilen und, in Bezug auf beide, frühere Formen voraussetzen, bei denen auch die Wirbel vom 33. bis zum 37. als erste Sacralwirbel erscheinen. Kommt diese Stellung dem 37. Wirbel zu, so würde sich in diesem Fall die Extremität einem Wirbel anschliessen, der bei den Anthropoiden und dem Menschen kein Homologon mehr hat, somit ein Verhältniss gegeben sein, wie es unter jetzt lebenden Formen zwischen Nyctipithecus, Loris und Nycticebus einerseits und dem Orang andererseits besteht, indem die im Sacrum enthaltenen Wirbel (und ein resp. 2 Lumbalwirbel) der Ersteren beim Orang nicht mehr vertreten sein können. Ist der 37. Wirbel bei Nycticebus der älteste Sacralwirbel, so darf behauptet werden, dass die hintere Extremität in der Reihenfolge der Formen, die mit den jetzt lebenden Vertretern des Genus Hylobates endet, um eine 11 Wirbel betragende Strecke, die in Betreff des Menschen noch um einen Wirbel, beim Orang, Chimpanzé und Gorilla um 2 Wirbel sich verlängert, proximalwärts fortgerückt ist. Im Hinblick auf dieses Verhalten erscheint das beim menschlichen Embryo constatirte Vorrücken des Extremitätengürtels als

[1]) Als letzter Sacralwirbel erscheint der 31. Wirbel bei Galeopithecus volans, wo (cf. Blainville l. c. Fasc. III pg. 27—29) das Sacrum vom 27. bis 31. Wirbel gebildet wird.

Theilerscheinung eines Vorganges, der in viel grösserer Ausdehnung stattgehabt und der, was sehr bezeichnend erscheint, seine obere Grenze beim Menschen im entwickelten Zustand erlangt: auch könnte der Umstand, dass das Ilium mit der dem distalen Ende der späteren Fac. aurie. desselben entsprechenden Partie beim Embryo zuerst mit der Wirbelsäule in Contact tritt, vielleicht dadurch interpretirt werden, dass mehr distal gelegene Wirbel die älteren Beziehungen zum Ilium haben. Das bezeichnete Maass der Lageveränderung [1]) des Extremitätengürtels lässt voraussetzen, dass beim Menschen auch die distalwärts vom 31. Wirbel gelegenen Wirbel bei den übrigen Formen die Wirbel bis zum 37.) früher Lumbalwirbel gewesen sind (wobei der letzte beim Menschen vorauszusetzende Lumbalwirbel, der 36. der Reihe, überhaupt nicht mehr angelegt wird), dann successive unter dem Einfluss der Lageveränderung des Extremitätengürtels Sacralwirbel geworden und endlich (was auch für den 30. und 31. Wirbel gilt) zu Caudalwirbeln umgeformt worden sind. Wenn in Betreff des Sacrum des Menschen und der Anthropoiden die Möglichkeit, dass ein oder mehrere Caudalwirbel zum Zustandekommen des distalen Theiles des Sacrum beigetragen, früher mit Sicherheit nicht auszuschliessen war, so ist diese Möglichkeit gegenüber den eben erörterten Verhältnissen aufzugeben. Auf Grundlage derselben lässt sich das Sacrum der bis jetzt betrachteten Formen definiren als ein aus Lumbalwirbeln entstandener Wirbelcomplex, der einen Theil der Wirbelsäule bezeichnet, welcher zu dem Ilium Beziehungen besessen hat und noch besitzt. Diese Auffassung dürfte auch

---

[1]) Es liegt nahe, zu vermuthen, dass mit der Lageveränderung des Extremitätengürtels und der damit verbundenen Umformung und nicht unbeträchtlichen Verkürzung des Rumpftheiles der Wirbelsäule die am distalen Abschnitt des Rückenmarkes eintretende Reduction desselben in einem Zusammenhang stehe, indem diese Reduction, die zunächst wohl durch den Schwund einer Caudalwirbelsäule eingeleitet wird, unter dem Einfluss der Verkürzung der Rumpfwirbelsäule und Reduction der hierdurch entstehenden Caudalwirbel weiter fortschreiten könnte. Die Reduction eines Theiles des Centralorgans muss aber eine Verminderung der Spinalnervenpaare auf welche beim Menschen die seltene Existenz eines 32. Paares hinweist) zur Folge haben und wo eine solche eintritt, wäre ein ursächliches Moment gegeben für die Umformung der Plexus sacralis und lumbalis, die, wie früher erwähnt wurde, als eine Begleiterscheinung der Umformung der Wirbelsäule vorauszusetzen, eine Veranlassung vorliegt. Die Frage, ob diese Vermuthungen thatsächlich zu begründen sein würden, scheint mir einer Untersuchung werth zu sein.

für andere Säuger[1]), abgesehen von denjenigen, bei welchen auch das Ischium mit der Wirbelsäule in Berührung[2]) tritt, Geltung haben. Wo dieses der Fall ist, ordnen sich die in einem einzelnen Sacrum enthaltenen Wirbel insofern einander unter, als die distal gelegenen die älteren Sacralwirbel sind. Die specielle Homologie der Sacra kann selbstverständlich nur in dem Maasse vorhanden sein, als speciell homologe Wirbel in denselben enthalten sind, in Betreff der Form können Sacra nur als analoge Gebilde gelten. Am prägnantesten zeigt sich das dann, wenn die Wirbel im Sacrum einer Form in Wirbeln einer anderen Region der Wirbelsäule ihre speciellen Homologa finden, wie z. B. beim Menschen im Vergleich zu Loris, wo die Sacralwirbel des Ersteren Lumbalwirbeln des Letzteren und die Sacralwirbel des Letzteren Caudalwirbeln des ersteren homolog sind, und wenn, wie in dem früher erwähnten Beispiel, welches Nycticebus und der Orang bieten, die

---

[1]) Es kann nicht bezweifelt werden, dass diese Auffassung gegenüber denjenigen jetztlebenden Formen berechtigt ist, bei welchen lumbosacrale Uebergangsformen bekannt sind und die Beziehungen des Ilium zum Sacrum nicht gestatten, eine Umformung, die (was für Säuger überhaupt unwahrscheinlich scheint) in entgegengesetzter Richtung geschähe, anzunehmen. Lumbosacrale Uebergangsformen sind beim Hunde von Friedlowsky (c. f. 1, pg. 525) und Frenkel (l. c. pg. 414 Tf. XXII. Fig. 26) beobachtet worden. Letzterer Autor hat auch bei einem Nager (l. c. pg. 411 Fig. 27) eine exquisite hierhergehörige Uebergangsform beobachtet. Hierhergehörige Beobachtungen dürften sich in dem Maasse mehren, als eine grössere Zahl von Wirbelsäulen einer und derselben Species untersucht wird. Für sehr weit zurückliegende Zustände des Säugersacrum muss die Möglichkeit offen gelassen werden, dass eine Form existirt habe, bei der ein Sacralwirbel vorhanden, der sein specielles Homologon in einem Sacralwirbel einer Form fände, die einer anderen, niedriger stehenden Abtheilung angehört, und bei welcher dieser Sacralwirbel nicht aus einem Lumbalwirbel entstanden zu sein brauchte. Ich muss es hier unterlassen, auf diejenigen Verhältnisse einzugehen, die nach Maassgabe der darüber in der Literatur enthaltenen Angaben es schon jetzt wahrscheinlich machen, dass auch in anderen Abtheilungen (Urodelen, Saurier, Crododilinen) eine fortschreitende Bildung eines »Sacrum« statthat.

[2]) Dass bei den Edentaten Sacralwirbel aus Caudalwirbeln entstehen, indem auch das Ischium mit der Wirbelsäule in Beziehung tritt, ist sehr wahrscheinlich. Hier würde sonach ein analoges Verhältniss existiren, wie im Sacrum der Vögel. In Betreff des letzteren hat Gegenbaur, wie bekannt, eingehend nachgewiesen, dass dem primären Sacrum eine beträchtliche Zahl sacrale Beschaffenheit erhaltender Caudalwirbel sich anschliesst. Neuerdings für Myrmecophaga bekannt gewordene Verhältnisse lassen es nicht unwahrscheinlich erscheinen, dass, auch wenn das Ischium zur Wirbelsäule Beziehung hat, eine fortschreitende Sacrumbildung stattfinden könne.

Sacralwirbel der einen Form bei der anderen Homologa überhaupt nicht finden.

Solche Beispiele, die sich leicht mehren liessen, machen es unmöglich, wenn es sich um Abschnitte der Wirbelsäule handelt, die nicht als relativ sehr stabile bezeichnet werden können, in Betreff der Bestimmung der Homologieen irgend welchen Werth auf die Form der zu vergleichenden Wirbel zu legen. Diese Beispiele schliessen sich den von GEGENBAUR mitgetheilten [1], den Verhältnissen der Wirbelsäule der Vögel entnommenen, an: diese haben es bereits gezeigt, wie differente Wirbel in formaler Beziehung täuschende Aehnlichkeit besitzen können. Dass diese Verhältnisse die Feststellung der Homologieen erschweren, ist bereits von GEGENBAUR hervorgehoben worden (4 pag. 169). Mit Bezugnahme auf solche Verhältnisse betont GEGENBAUR auch (4 pag. 202), dass die Beachtung der gestaltlichen Assimilirung von Skelettheilen mit benachbarten, ursprünglich verschiedenen deshalb besonders wichtig ist, weil durch diese »die morphologische Bedeutung der Theile oft in tiefes Dunkel gehüllt wird«. Das bestätigt sich auch in den hier in Rede stehenden Verhältnissen, indem die specielle Homologie der Theile vollkommen verkannt werden würde, wenn nur die Form bei der Beurtheilung derselben in Betracht käme. Hiermit soll selbstverständlich die Form nicht als bedeutungslos bezeichnet werden. RÜTIMEYER [2], der die Veränderlichkeit der Form des Skeletes und des Gebisses in ihrer allgemeinen Bedeutung eingehend erörtert hat, macht darauf aufmerksam, dass die Form, in der derselbe Theil sich darbiete, jederzeit herzuleiten sei aus früheren Zuständen und den Boden und Ausgangspunct für spätere bilde. Dieses für die nähere Kenntnissnahme der Geschichte des Skeletes belangreiche Verhältniss sichert der einzelnen Form ihren Werth. Für dieses Verhältniss dürfte sich auch in der Schilderung der Formzustände der menschlichen Wirbelsäule eine Bestätigung ergeben haben.

Im Anschluss hieran wäre noch auf die Thatsache einzugehen, dass bei verschiedenen Formen eine verschiedene Zahl von Wirbeln im Sacrum sich findet. Diese Thatsache aus der Annahme des Hinzutritts einer verschieden grossen Zahl von Caudalwirbeln zum

---

[1] Besonders interessant erscheint der erste Acetabularwirbel bei Hühnchen wegen seines Verhaltens in embryonalen Entwicklungsstadien im Vergleich zu den Zuständen im erwachsenen Körper (cf. 4 pg. 168, 169, 195 Fig. V.).

[2] cf. besonders 1 pg. 303—313.

Sacrum zu interpretiren, ist bei der hier vertretenen Auffassung des Sacrum nicht möglich, diese nöthigt dazu in den Fällen, wo eine geringere Zahl von Sacralwirbeln sich findet, dies als einen Ausdruck dafür aufzufassen, dass eine fortschreitende Sacrumbildung weniger Wirbel gleichzeitig im Sacrum vereinigt sein lässt. Für diesen Modus des Fortschreitens bieten Cebus und Ateles Beispiele. Bei dem oben citirten Exemplar von Cebus spec. finden sich der 28. bis 30. Wirbel im Sacrum, während bei anderen in dasselbe Genus gehörigen Exemplaren capucinus,[1] spec.,[2] apella[3] der 27. bis 29. Wirbel das Sacrum bilden. An einem Skelet von Ateles angeblich hypoxanthus finde ich den 26. Wirbel in lumbosacraler Form, den 27. bis 29. im Sacrum, während an einem andern Exemplar der 26. bis 28. Wirbel das Sacrum bilden[4]. A. paniscus[5] zeigt den 25. Wirbel als Lumbosacralwirbel, der 26. bis 28. sind Sacralwirbel, womit der Uebergang gegeben ist zu weiterem Fortschreiten der Sacrumbildung, die dahin führen dürfte, dass der 25. bis 27. Wirbel das Sacrum zusammensetzen.

Solche Beispiele würden sich bei Cynopithecinen, wenn aus jeder Species eine Anzahl von Exemplaren betrachtet würde, ebenfalls finden, die angeführten Beispiele dürften aber wohl dazu berechtigen, auch bei den Cynopithecinen den Umstand, dass das Sacrum bei den meisten derselben mit dem 29. Wirbel abschliesst, während es mit dem 27. beginnt, in der gleichen Weise zu beurtheilen. Was nun die Frage anlangt, weshalb bei verschiedenen Formen eine verschiedene Zahl von Wirbeln im Sacrum sich findet, so kann ich dieselbe nicht beantworten und möchte nur einige Bemerkungen zur Interpretation der Thatsache machen.

Die Maximalzahl der bei Primaten gleichzeitig im Sacrum enthaltenen Wirbel, wie sie bei den Anthropoiden und dem Menschen sich findet, trifft hier durchweg mit der Existenz eine nur sehr wenige und reducirte Wirbel enthaltenden Caudalregion zusammen, und Aehnliches findet sich auch in anderen Abtheilungen. So finden sich bei Cynocephalus mormon[6] 4 Sacralwirbel und 9 oder 10 ziem-

---

[1] cf. Owen 5 pg. 725 Nr. 4670 und 4671.

[2] cf. Owen 5 pg. 725 Nr. 4672.

[3] cf. Blainville l. c. fasc. II pg. 2, 6.

[4] Das findet auch bei dem von Owen 5 pg. 728 aufgeführten Exemplar von A. Belzebuth statt.

[5] cf. Owen 5 pg. 729—31 Nr. 4693—4701.

[6] cf. Owen 5 pg. 732, 733 Nr. 4719.

lich stark reducirte Caudalwirbel, bei Indris [1] sind 1 Sacralwirbel vorhanden und gleichzeitig 9 Caudalwirbel, das oben citirte Exemplar von Nycticebus besitzt 6 Sacralwirbel und 5 Caudalwirbel.

Andererseits fällt die Existenz von nur 2 Sacralwirbeln bei Semnopithecus entellus [2]) mit einer mehr als 25 Wirbel enthaltenden Caudalwirbelsäule zusammen und wo unter Primaten die Gesammtzahl der Wirbel die Zahl von 60 überschreitet oder nahe an sie heranreicht, finden sich gleichzeitig bei einer 30 und mehr Wirbel enthaltenden Caudalregion nur 3 Sacralwirbel. Beispiele bieten die vorhin citirten Exemplare von Ateles, ferner Eriodes arachnoides [3]), Midas oedipus [4]). Auch wenn die Zahl der Caudalwirbel zwischen 20 und 30 liegt, finden sich immer nur 3 Sacralwirbel. So verhalten sich die vorhin citirten Exemplare von Cebus und das erwähnte Exemplar von Nyctipithecus felinus; das Gleiche hat statt bei Saimiris sciureus [5]), Lemur nigrifrons [6]), Perodicticus Potto [7] und Tarsius [8]). Wenn die Zahl der Caudalwirbel weniger als 20 beträgt, finden sich wenigstens häufig nur 3 Sacralwirbel.

Das bezeichnete Zusammentreffen scheint kein irrelevantes zu sein: wo eine lange, von zahlreichen Muskeln bewegte Caudalwirbelsäule besteht, kommt derselben eine mannigfache functionelle Verwendung zu (die, wie bei Ateles, Lagothrix, Eriodes und Mycetes, die Caudalwirbelsäule das Skelet eines Greiforgans sein lässt); bei Vorhandensein der letzteren müssen die beim Fortschreiten der Sacrumbildung aus dem Sacrum austretenden Wirbel sofort in bestimmte, denen der übrigen Bestandtheile der Caudalwirbelsäule gleiche functionelle Beziehungen treten und es liesse sich denken, dass die Existenz einer bestimmten functionellen Verwendung der Caudalwirbelsäule die Auslösung der Wirbel, die ihre Beziehungen zum Ilium verloren haben, aus dem Sacrum beschleunige. Andererseits könnte man sich vorstellen, dass, wenn bei kleinerer Wirbelzahl in der Caudalwirbelsäule eine functionelle Verwendbarkeit derselben in

---

[1]) cf. Owen 5 pg. 719 Nr. 4631.
[2]) cf. Owen 5 pg. 752 Nr. 5004.
[3]) cf. Owen 5 pg. 728 Nr. 4688.
[4]) cf. Blainville l. c. fasc. II pg. 21 und in Betreff des Sacrum pl. IV.
[5]) cf. Owen 5 pg. 724 Nr. 4666 und 4667.
[6]) cf. Owen 5 pg. 719, 720 Nr. 4635 und Nr. 4636.
[7]) cf. van Campen l. c. pg. 13.
[8]) cf. Burmeister l. c. pg. 22.

geringerem Grade besteht oder bei sehr reducirter Caudalwirbelsäule ganz fortfällt, daraus eine Retardation der Auslösung der Wirbel aus dem Sacrum folgen könnte, was bei fortschreitender Umformung präsacraler Wirbel zu Sacralwirbeln, wenn der Zutritt von Wirbeln zum Sacrum rascher erfolgt als der Austritt, dazu führen muss, dass unter diesen Verhältnissen mehr Wirbel im Sacrum sich finden als dort, wo eine functionirende Caudalwirbelsäule besteht. Es könnte sonach die Existenz eines wirbelreicheren Sacrum als eine Folge der Reduction der Caudalwirbelsäule und gleichzeitig statthabender, fortschreitender Umformung von Lumbalwirbeln zu Sacralwirbeln aufgefasst werden. Bei dieser Auffassung liesse sich das ihr anscheinend widersprechende Verhalten von Inuus pithecus, wo die Reduction der Caudalwirbelsäule so weit gehen kann, dass gelegentlich nur drei [1]) Caudalwirbel übrig bleiben, während trotz dessen nur drei Wirbel im Sacrum sich finden, dahin interpretiren, dass hier das Fortschreiten der Sacrumbildung stattgehabt, während der Existenz einer functionirenden Caudalwirbelsäule (auf deren frühere Existenz auch noch ein äusseres Caudalrudiment hinweist) und diese reducirt worden, nachdem die Sacrumbildung die jetzt bei Inuus im Sacrum befindlichen Wirbel betroffen, wobei das zweite, für die Entstehung eines wirbelreicheren Sacrum angenommene Moment fortfiel.

Was endlich die Rippenrudimente am 21.—26. Wirbel anlangt, so ist in Betreff der Rudimente am 21. Wirbel darauf zu verweisen, dass an der primitivsten bei Hylobates sich findenden Wirbelsäule ein 14. Rippenpaar noch besteht, das (an dem betreffenden Object), was seine Länge anlangt, wenig reducirt erscheint (es misst beiderseits 5 ^{cm}, die 13. Rippe 8 ^{cm}, eine Artic. costo-transversalis kommt ihm nicht mehr zu (was auch beim 12. und 13. Rippenpaar der Fall), auch ist dasselbe vertebral eingelenkt (die 13. Rippe hat noch die intervertebrale Stellung des Capitulum). Dasselbe Rippenpaar besteht als letztes unter den oben aufgeführten Formen bei Cebus, Nyctipithecus und einem Exemplar von Loris. Das zweite Exemplar desselben repräsentirt den Fall, in welchem am 22. Wirbel als letztem ein für dieses Exemplar nicht transitorisches Rippenpaar besteht und Nycticebus zeigt sich auch darin als die primitivste Form, dass hier das Homologon des 4. Lumbalwirbels der normalen menschlichen Wirbelsäule noch Dorsalwirbel ist. Indem von diesem, durch Nyctocebus repräsentirten Zustand aus die übrigen Formen den successiv

[1]) Mivart l. c. pg. 562 und 583.

erfolgenden Verlust beweglicher Rippenpaare illustriren, machen sie es verständlich, dass mehr distal gelegene Rippenrudimente beim menschlichen Embryo früher ihre Selbstständigkeit aufgeben und mit dem Querfortsatz verschmelzen, als weiter proximal gelegene. Unter den Vertretern der Ordnung ist, soviel mir bekannt, keiner mehr erhalten, bei welchem die Rippenrudimente am 24. Wirbel ihr Homologon in im entwickelten Zustande bestehen bleibenden Rippen fänden, trotz dessen ist es nicht weniger selbstverständlich, dass auch dieser Wirbel, wie die andern vom 20. ab, früher Dorsalwirbel gewesen und dieser Umstand macht es erklärlich, dass die Gelenkfortsätze dieser Wirbel sich in derselben Form anlegen wie die der Dorsalwirbel, diese Art der Anlage weist ebenso wie die Existenz von Rippenrudimenten darauf hin, dass die betreffenden Wirbel früher Dorsalwirbel gewesen und dass der an den Gelenkfortsätzen während der Embryonalzeit vor sich gehende Vorgang der Umformung einem im entwickelten Zustand bei aufeinander folgenden Formen eingetretenen entspricht, dafür spricht der Umstand, dass wenigstens ein Stadium der Umformung (andere würden sich bei speciell hierauf gerichteter Untersuchung ebenfalls finden) beim Orang sich erhalten hat. In Betreff der am 25. Wirbel später bestehenden Sacralrippe zeigte sich, dass sie durch Volumvergrösserung aus dem Rippenrudiment eines Wirbels entsteht, der als Lumbalwirbel zu bezeichnen war, da seine Rippenrudimente schon mit den Querfortsätzen verschmolzen waren, als die Umformung zur Sacralrippe begann, dieselbe Entstehung darf auch für die Sacralrippe des 26. Wirbels und die (nach Ausweis des Modus der Ossification) am 27. und 28. Wirbel bestehenden Sacralrippen angenommen werden. Da aber bei dem Modus der Umformung der Wirbelsäule, welcher für die hier betrachteten Formen Geltung hat, Lumbalwirbel nur aus Dorsalwirbeln entstehen können und auf Grundlage der Vergleichung die in Rede stehenden Wirbel als aus Lumbalwirbeln entstanden sich zeigten, so werden dieselben deshalb und zugleich weil an ihnen noch Rippenrudimente nachweisbar sind, auch als frühere Dorsalwirbel anzusprechen sein, diese Form wird aber auch für die weiter distal gelegenen Wirbel, soweit dieselben beim Menschen angelegt werden, weil auch für diese aus der Vergleichung die frühere lumbale Form sich ergab, als die der lumbalen vorhergehende vorauszusetzen sein. Hiernach erscheinen die jetzigen Dorsalwirbel des Menschen als Bestandtheile eines Abschnittes der Wirbelsäule, der als der conservativste zu bezeichnen ist,

die Wirbel vom 20. bis zum 24. haben von dem in den Dorsalwirbeln erhalten gebliebenen Zustande aus nur eine Umformung erfahren und erscheinen als Lumbalwirbel, die Wirbel vom 25. bis zum 29. sind ausser dieser noch einer zweiten Umgestaltung, die ihnen die Form von Sacralwirbeln gegeben, unterworfen gewesen und die Wirbel vom 30. bis zum 35. haben eine dreimalige Metamorphose durchgemacht und stellen sich, nachdem sie die sacrale Beschaffenheit aufgegeben, soweit sie noch erhalten bleiben, als Caudalwirbel in ihrer vierten Form dar.

Wie sich im Anschluss an die primitivste, jetzt noch erhaltene Form der menschlichen Wirbelsäule die Gruppirung der homologen Wirbel in den einzelnen weiter zurückliegenden Stadien, in denen offenbar viel mehr als 35 Wirbel existirt haben müssen, gestaltete, ist aus der Vergleichung mit lebenden Formen nicht zu ersehen, da gar kein Grund besteht, die für die Vergleichung benutzten, auch was speciell die Gruppirung der Wirbel anlangt, als erhaltene Abbilder früherer Stadien anzusehen, dass in solchen, die auf den Menschen Bezug haben, das Sacrum z. B. ein wirbelärmeres gewesen, ist wahrscheinlich, auch im Uebrigen muss es als wahrscheinlich bezeichnet werden, dass das gegenseitige Verhältniss der Umgestaltungsvorgänge in den einzelnen Abschnitten der Wirbelsäule, das für den kleinen Theil der Geschichte der Wirbelsäule Geltung hat, der aus den jetzt beim Menschen bestehenden Zuständen ersichtlich ist, in der Aufeinanderfolge der vorauszusetzenden Formen sich verändert habe. Die Veränderlichkeit dieses Verhältnisses zeigte sich aus der Vergleichung mit den Reihen der Entwicklungsstadien, die für die Anthropoiden bekannt sind, aus ihr resultiren auch bei im Princip für alle gleichem Umformungsprocess die verschiedenen Formen, in denen bei den übrigen Primaten die Wirbelsäule sich darstellt.

II. Centrale carpi.

Es ist, wie bekannt, von Gegenbaur auf Grundlage seiner Nachweise über das morphologische Verhalten des von ihm Os centrale carpi genannten Skelettheils eine präcise und von früheren Auffassungen abweichende Beurtheilung dieses Carpusbestandtheils ge-

geben worden. Cuvier stellte diesen Skelettheil in eine nähere Beziehung zum Capitatum, indem er[1]) ihn, den Carpus der Säugethiere anlangend, als einen losgelösten Theil (démembrement) des Capitatum bezeichnete, wozu in einem Widerspruch steht, dass Cuvier[2]) im Carpus der Chelonier und Saurier einen Bestandtheil bezeichnet, der dem bei Säugern vorkommenden »os intermediaire« zu vergleichen sei. Owen's Auffassung lässt dem in Rede stehenden Theil mehr Selbstständigkeit. Owen[3]) leitet aus der Thatsache, dass bei Cheloniern in der distalen Reihe des Carpus jedem Metacarpale ein Carpusstück entspricht, die Voraussetzung ab, dass die typische Zahl der Carpusstücke 10 betrage und auch die proximale Reihe aus 5 Carpusstücken, entsprechend der typischen Zahl der Finger, zusammengesetzt sei. Eine Vergleichung der Verhältnisse bei Cheloniern und Primaten mit denen des menschlichen Carpus veranlasst Owen dazu, das Scaphoid des letzteren als ein Compositum anzusehen, indem dasselbe zwei Bestandtheilen bei den genannten Formen entspreche und hier »the typical bipartite condition« besitze. Diese beiden Skelettheile (Radiale und Centrale) werden als »divided 'scaphoid'« bezeichnet. Bei dieser Auffassung treten die Beziehungen nicht hervor, die dem Centrale ursprünglich auch zu anderen Carpusbestandtheilen zukommen.

Von Gegenbaur[4]) ist, im Gegensatz zu den genannten Auffassungen, gezeigt worden, dass das Centrale deshalb als ein typisches Carpuselement zu betrachten ist, weil es einen Bestandtheil der Grundform des Carpus bildet, welche Gegenbaur für die vier oberen Wirbelthierclassen festgestellt hat, indem er darlegte, dass von einer Form des Carpus, wie sie sich unter Perennibranchiaten und Derotremen findet (wenn man das bei diesen geschwundene Carpale 1 hinzufügt), die mannigfachen Carpusbildungen der übrigen grösseren und kleineren Abtheilungen der höheren Wirbelthiere sich ableiten lassen. Indem dies in directer oder vermittelter Weise möglich wurde, ist daraus von Gegenbaur der erste Einblick in den genealogischen Zusammenhang der einzelnen Abtheilungen erschlossen und gezeigt worden, dass die Grundform, die das Centrale in einer Situation zeigt, bei welcher dasselbe an alle

[1]) cf. 2 pag. 425, 427.

[2]) cf. 1 pag. 216, 217, 297, 298.

[3]) cf. 2a pag. 27, 28.

[4]) cf. 7, Carpus; in Betreff der Deutung des Centrale cf. besonders pag. 4, 5, 6, 19, 49, 50.

übrigen Carpusbestandtheile angrenzt, in einer für jede Abtheilung characteristischen Weise modificirt wird. An der Characterisirung dieser Modificationen nimmt das Centrale durch sein Verhalten einen wesentlichen Antheil und zeigt sich auch hierin als wichtiger Carpusbestandtheil. Ein weiteres Interesse kommt dem Centrale dadurch zu, dass GEGENBAUR seine Voraussetzung, dasselbe gehöre zweien Radien an und sei als Compositum aus zwei Bestandtheilen anzusehen, eine Voraussetzung, die er aus der Vergleichung der primitivsten Form der Extremität der höheren Wirbelthiere mit dem Metapterygium der Salachierextremität, bei beiden dieselbe Grundeinrichtung nachweisend, begründet hatte [1]), bei einer auf diesen Nachweis gestützten Beurtheilung und speciellen Deutung des Flossenskelets der Enaliosaurier als zweifellos zu Recht bestehend nachgewiesen hat [2]), indem er die hier als gesonderte Bestandtheile bestehenden beiden Centralia und ihre Hingehörigkeit zu zweien Radien aufwies und zeigte, dass auch in Betreff der übrigen Theile des Carpus die an der Extremität der höheren Wirbelthiere erkannte Hingehörigkeit derselben zu bestimmten Theilen der Stammreihe und der ihr ansitzenden Radien hier deutlich ersichtlich ist. Das bei urodelen Amphibien bestehende Centrale, das somit als ein im Lauf seiner Entwicklung einheitlich gewordenes Gebilde aufzufassen ist, pflanzt sich als solches in die höheren Abtheilungen fort und bleibt bei diesen im Allgemeinen umsomehr in seinen relativ primitiven Beziehungen bestehen, je näher diese Abtheilungen den urodelen Amphibien stehen. Die primitivste Form des Säugercarpus, die sich von der primitivsten unter urodelen Amphibien oder Cheloniern sich findenden Form nur wenig entfernt zeigt, besitzt das Centrale ebenfalls, und unter den Säugethierordnungen hat keine, auch was die übrigen Bestandtheile des Carpus anlangt, das primitive Verhalten bei einer grösseren Zahl von Vertretern bewahrt, als die Ordnung der Primaten, da hier, wie bekannt, nur einzelne Species existiren, denen im entwickelten Zustand das Centrale fehlt. Dass dasselbe auch für diese vorausgesetzt werden muss, ist nach den Darlegungen GEGENBAUR'S selbstverständlich und es ist von GEGENBAUR [3]), auch was speciell den menschlichen Carpus betrifft, die Frage untersucht worden, ob in embryonalen Stadien desselben ein Centrale angelegt werde und worauf das Fehlen

---

[1]) cf. 8 pag. 162—166.
[2]) cf. 9 passim.
[3]) cf. 7 pag. 50.

desselben im entwickelten Zustand beruhe, wobei sich ergeben hat, dass falls Ersteres der Fall ist, Anhaltspuncte nicht bestehen, dass dasselbe mit dem Capitatum oder dem Scaphoideum sich verbinde.

Das Interesse, das sich an das Centrale knüpft, und der Umstand, dass die meisten Primaten dasselbe noch besitzen, machte es mir wünschenswerth, die bezeichneten Fragen in Betreff des Menschen nochmals zu untersuchen: hierbei hat sich die Voraussetzung GEGENBAUR's hinsichtlich der Existenz eines Centrale und das positive Ergebniss hinsichtlich des Verbleibs desselben bestätigen lassen[1].

In dem frühesten Stadium, in welchem ich ein Centrale beobachtete (II. 1), zeigt sich dasselbe als annähernd cylindrisches, mit der Längsaxe senkrecht zur Fläche des Carpus gestelltes Gebilde, welches von dem Radiale (Scaphoideum) und den Carpalia $^{1, 2, 3}$ (Trapezium, Trapezoides, Capitatum) umlagert wird, zu dem Intermedium (Lunatum) hat es keine Beziehung. Das ganze Gebilde besteht noch aus intercellularsubstanzarmem Knorpel und zeigt keine Spur einer Entstehung aus zwei Bestandtheilen. Es ist mir auch nicht wahrscheinlich, dass in früheren Stadien eine Entstehung aus zwei Elementen sich würde nachweisen lassen, da in dem Carpus eines nur wenig jüngeren Embryo (I.) ein Centrale überhaupt noch nicht angelegt war, von den übrigen Bestandtheilen finden sich Carpale ^{3}, das Carpale $^{4+5}$ (Hamatum) und das Ulnare (Pyramidale)[2] relativ

---

[1]) Von den Objecten, die der Untersuchung dienten, kommen hier die folgenden in Betracht:

I.	Länge der Extremität vom Beginne der Achselfalte bis zur Spitze des durch leichte Einkerbungen des distalen Randes der Hand markirten dritten Fingers	4	mm.
II. 1.	An der Hand die Finger noch nicht gesondert, durch Furchen und deutliche Einkerbungen des Endrandes der Hand angedeutet.		
IV. 1.	Länge der Extremität vom Beginne der Achselfalte bis zur Spitze des dritten Fingers (die Länge der einzelnen Abschnitte addirt)	7	-
IV. 2.	desgl.	8,5	-
IV. 3.	desgl.	8,5	-
IV. 4.	Abstand vom Olecranon bis zur Spitze des dritten Fingers	1	cm.
V.	desgl.	1,5	-
VI.	Länge der Hand vom Handgelenk bis zur Spitze des dritten Fingers	6,5	mm.

Von den Embryonen II. 1 bis IV. 3 wurden, um die Lagerung und die Form der Theile sicherer feststellen zu können, beide Carpi untersucht, der eine in Dorsovolarschnitte, der andere in Flächenschnitte zerlegt.

[2]) Dass hier neben die von GEGENBAUR eingeführten Bezeichnungen der Carpusbestandtheile auch noch die älteren Bezeichnungen gesetzt sind, ist mit

am weitesten in der Entwicklung vorgeschritten, deutlich angelegt sind auch die Carpalia [1, 2, 3]. Das Radiale besteht erst aus dichterem Gewebe, hat in proximodistaler Richtung sehr geringe Ausdehnung und ist von den zuletzt genannten Carpalien durch einen relativ breiten Zwischenraum getrennt. Das Intermedium ist noch nicht angelegt, ebenso fehlt auch das Pisiforme.

Die in dem zuerst erwähnten Stadium sich findenden Verhältnisse bleiben längere Zeit bestehen, da sie sich noch bei einem viel älteren Embryo (IV. 3) finden. Hier ist das Verhalten der Theile zu einander, auf welches etwas näher einzugehen ist, deutlicher ersichtlich, da die Gestaltung derselben eine bestimmtere geworden. Das Centrale (cf. Fig. 31 c) reicht durch die ganze Dicke des Carpus hindurch, indem sein palmares Ende au niveau mit der palmaren Fläche des Carpale [2] sich findet, das dorsale Ende ist etwas dicker als das palmare, der ulnare Theil des ersteren ladet sich in einen kleinen Vorsprung aus, der der dorsalen Fläche des Carpale [3] sich anlegt, der Querschnitt des Centrale (cf. Fig. 38 c) hat die Form eines Dreiecks mit stark abgerundeten Ecken. Das Carpale [2] ist von einer Anlagerung an das Radiale durch das Centrale gänzlich ausgeschlossen, während das Carpale [1] dem Centrale und Radiale anliegt (cf. Fig. 31 c^1 und Fig. 38 c^1), dem letzteren in geringerer

---

Berücksichtigung des Umstandes geschehen, dass die Mehrzahl der Autoren sich noch der letzteren bedient. Diese Bezeichnungen sind im Hinblick auf die Form gewählt worden, welche die betreffenden Theile beim Menschen haben. Da aber die homologen Theile, auch wenn eine Vergleichung nur in sehr engen Grenzen angestellt wird, schon in anderer Gestalt angetroffen werden, so können, wenn auf die homologen Theile anderer Organismen die älteren Bezeichnungen übertragen werden, dieselben nicht mehr passend sein und der Gebrauch derselben erscheint zunächst aus diesem Grunde unstatthaft. Da ferner das Wesen der Theile sich vielmehr in den Beziehungen derselben zu anderen Theilen als in der Form ausdrückt, die ältere Bezeichnungsweise hierauf aber gar keine Rücksicht nimmt, so liegt hierin ein weiterer Mangel derselben. Die von GEGENBAUR eingeführten Bezeichnungen sind auf Grundlage der Beziehungen der Theile zu einander und zu benachbarten Bestandtheilen des Gliedmaassenskelets aufgestellt worden und sind eben deshalb sehr zutreffend und die einzig rationellen. Die Anwendung derselben regt, was keineswegs ohne Belang ist, da die Bezeichnungen zugleich sehr präcise sind, dazu an, die Natur eines Theiles genau zu erwägen, bevor derselbe mit der Bezeichnung belegt wird. Es wäre sehr wünschenswerth, dass allgemein diejenigen Theile, die sich im Sinne der von GEGENBAUR gegebenen Darlegungen über die Natur derselben sicher deuten lassen, mit den von GEGENBAUR eingeführten Bezeichnungen belegt würden und die älteren Namen nur dort noch in Anwendung kämen, wo eine sichere Deutung der Theile noch nicht möglich ist.

Ausdehnung und mit dem palmaren Abschnitt seiner späteren proximalen Gelenkfläche. Mit dem Intermedium hat das Centrale auch in seinem dorsalen Theil, der vom Radiale, Carpale 2, 3 umlagert wird, keine Beziehung, der Abstand des palmaren Endes vom Intermedium (cf. Fig. 38) ist sehr beträchtlich.

In diesem Stadium ist das Centrale am ausgebildetsten (das gleiche Verhalten findet sich auch im Stadium des Embryo IV. 2). Die übrigen Stadien zeigen den allmäligen Schwund desselben. In dem den erwähnten zunächst anzuschliessenden (IV. 1) zeigt sich das Centrale etwas verkürzt, indem das volare Ende (das dorsale hat dieselben Beziehungen wie früher) nicht mehr so tief hinabreicht: zugleich ist der am meisten palmar gelegene Theil des Carpale 2 dem Radiale nahe gerückt. Dass diese Verkürzung auf einer Reduction beruht, zeigt das nächste Stadium (IV. 4), in dem (cf. Fig. 32c) nur noch der dorsale (im Uebrigen unveränderte) Abschnitt des Centrale erhalten geblieben, er liegt dem Radiale eng an, ist aber deutlich von ihm abgrenzbar, an der Stelle des früheren volaren Abschnitts findet sich ein indifferentes Gewebe, gegen welches der erhalten gebliebene Theil sich weniger scharf abgrenzt, als an seiner ganzen übrigen Oberfläche; zu einem geringen Theil wird der Raum, der dem geschwundenen Stück des Centrale zukam, durch das Radiale eingenommen, indem dasselbe in seinem volaren Abschnitt eine Verdickung erfährt (cf. Fig. 32 im Vergleich zu Fig. 31) und damit zugleich in beschränkter Ausdehnung mit dem Carpale 2 in Contact tritt, das Carpale 1 liegt jetzt nur dem Radiale an.

Vergleicht man mit diesem Verhalten den Befund in einem weitern Stadium (V.), so ist das Fehlen auch des dorsalen Abschnitts des Centrale zu constatiren. Verbände sich dasselbe mit einem benachbarten Theil, so wäre das in diesem Stadium sicher noch aus der Form und histiologischen Beschaffenheit der kritischen Stellen zu erkennen, es weist aber weder das Radiale und das Carpale 2 (cf. Fig. 33) noch das Carpale 3 darauf hin, und es zeigt die Lücke 1, die die genannten Bestandtheile des Carpus umgrenzen, an, dass der von ihnen früher umlagerte Skelettheil eine völlige Reduction erfahren

1) Das Gewebe, das dieselbe füllt, besteht nicht nur aus indifferenten kleinen rundlichen Zellen, namentlich im dorsalen Abschnitt der Lücke finden sich im Gewebe eigenthümliche buchtige Hohlräume, deren Wandungen grössere Kerne anliegen, ich habe indess darüber keine Sicherheit erhalten können, ob in diesem Gewebe Reste eines durch Atrophie zu Grunde gehenden Knorpels zu erkennen seien.

hat. Indem nun die schon früher eingeleitete Gestaltveränderung des Radiale in weiteren Stadien (VI) Fortschritte macht und dasselbe in seinem volaren Abschnitt, dem das Carpale 2 jetzt in grösserer Ausdehnung anliegt, massiger wird (cf. Fig. 34 r), füllt es zum grossen Theil die durch den Schwund des Centrale entstandene Lücke, weshalb diese Gestaltveränderung als eine compensirende bezeichnet werden kann.

Das über den Verbleib des Centrale Mitgetheilte macht es sicher, dass in dem Scaphoideum des menschlichen Carpus ein Radiale zu sehen ist und bestätigt das betreffende Untersuchungsergebniss Gegenbaur's [1]). Von Owen [2]) und Anderen, die seiner Deutung beigestimmt haben, wird das Radiale des Menschen als ein Compositum, das dem Radiale und Centrale z. B. der Primaten homolog ist, angesehen und Mivart [3]) sagt speciell, dass der an der dorsalen Fläche des Carpus des Orang zwischen Radiale und Centrale sichtbare Zwischenraum der Rinne an der dorsalen Fläche des Radiale des Menschen entspreche. Diese Ansicht ist dadurch bedingt, dass auf die Formähnlichkeit zu viel Gewicht gelegt worden und die am Radiale eintretende compensirende Gestaltveränderung desselben unbemerkt geblieben ist.

Vergleicht man eine Anzahl Radialia des erwachsenen Körpers, so sieht man, dass die Verdickung des volaren Abschnitts nicht in allen Fällen die gleiche ist und es lassen sich die einzelnen Objecte leicht in eine Reihe bringen, welche zeigt, dass die beim Embryo beobachteten Stadien dieser Verdickung persistent bleiben und weitere sich daran schliessen.

Eine solche Reihe ist in Fig. 35 abgebildet, bei A hat das Radiale seine relativ primitivste Form, indem die Verdickung nur den am meisten volar gelegenen Theil desselben betrifft und in sehr geringem Grade eingetreten ist, die dorsale Fläche schliesst mit einem scharfen Rand ab, in welchem diese mit der distalen Fläche unter fast rechtem Winkel zusammentreffen, die später an der dorsalen Fläche sichtbare Rinne, die zu einer Abgrenzung zweier Bestandtheile gedient hat, befindet sich an Radialien der vorliegenden Form auf der distalen Fläche. Indem nun (cf. Fig. 35 B bis E) diese Ver-

---

[1]) cf. 7 pag. 50.

[2]) cf. ausser dem oben Angeführten 2 pag. 191 und pag. 201 Erklärung zu Fig. 13.

[3]) cf. 2 pag. 188.

dickung in dem volaren Abschnitt massiger wird und dorsal- und ulnarwärts fortschreitend dem Radiale einen neuen, aber aus dem Material des alten entstehenden Theil hinzufügt, resultirt schliesslich eine Gestalt (E), die, an sich betrachtet, in der That sehr dazu auffordert, den jetzt distalwärts von der Rinne gelegenen Theil für ein mit dem Radiale verschmolzenes Centrale zu halten, da die vorliegende Form ganz der gleicht, die entstehen würde, wenn das Centrale mit dem Radiale sich verbände. Dass es sich aber nur um eine täuschende Aehnlichkeit handelt, scheint mir nach dem Gesagten zweifellos.

Der Vorgang am Radiale steht in einem Wechselverhältniss mit einem ähnlichen am Carpale ^{2} und Carpale ^{3}. Hat die compensirende Ausbildung des Radiale, die die durch den Schwund des Centrale entstehende Lücke füllt, ihr Maximum, so besitzt (cf. Fig. 37) das Carpale ^{3} eine Form, die als die normale desselben angesehen wird und die Gelenkflächen des Carpale ^{2} für das Carpale ^{3} und das Radiale stossen unter einem stumpfen Winkel zusammen, die für das Radiale bildet mit der radialen Fläche des Carpale ^{3} einen distalwärts einspringenden Winkel, in den sich der neuentstandene Theil des Radiale hineinlegt.

Bleibt dagegen das Radiale auf seiner relativ primitivsten Stufe stehen, so findet man eine Gestalt des Carpale ^{2} (cf. Fig. 36), bei welcher die Gelenkflächen desselben für das Carpale ^{3} und Radiale unter einem rechten Winkel zusammenstossen und wie die Vergleichung der beiden Formen in Fig. 36 und Fig. 37 unmittelbar lehrt, ist jetzt am Carpale ^{2} ein zur Lücke gerichteter, auf dem Wege compensirender Ausbildung entstandener Vorsprung vorhanden und auch das Carpale ^{3} zeigt in einem solchen Fall die Einsenkung an der radialen Fläche, die sonst den Kopf vom Körper deutlich abgrenzt, nicht, diese Partie desselben hat (cf. Fig. 36) gleichfalls eine Verdickung erfahren. Die beiden angeführten Fälle stellen die Extreme der Gestaltveränderung am Radiale einerseits und dem Carpale ^{2} andererseits dar und dass das geschilderte Zusammentreffen der relativ primitivsten Form des Radiale mit der abgeändertsten des Carpale ^{2} kein zufälliges ist, geht daraus hervor, dass bei einer Anzahl mit Bezugnahme hierauf betrachteter Carpi aus dem vorliegenden Grad der Umgestaltung des Radiale der am Carpale ^{2} zu treffende sich bestimmen liess.

Bei der Constanz, mit welcher das Centrale angelegt wird, kann es auffallen, dass dasselbe nur selten beim Erwachsenen gefunden

wird. Von Gruber ist ein solches Vorkommniss zuerst[1]) constatirt worden, indem er im Carpus eines Erwachsenen ein Knöchelchen fand, welches er auf das Centrale bezog. Ueber das Vorkommen desselben beim Erwachsenen hat Gruber hierauf sehr umfassende und sorgfältige Untersuchungen angestellt, wobei er bei der Untersuchung von 812 von den Weichtheilen umgebener Carpi noch zweimal ein Centrale constatiren konnte. Die Durchmusterung einer grösseren Anzahl (420) Navicularia ergab dann noch zwei weitere Fälle. Nach Gruber hat Friedlowsky einen hierhergehörigen Fall beobachtet. — Der Deutung, die Gruber seinen Beobachtungen gegeben, indem er das Knöchelchen im Sinne der von Gegenbaur gegebenen Definition des Centrale als ein aus einem früheren Zustande stammendes Carpuselement bezeichnet, muss ich vollkommen beitreten, nur scheint es mir nicht berechtigt, dass Gruber[2]) das Knöchelchen zugleich ein »supernumeräres« nennt, und es als Analogon des im Carpus gewisser Säugethiere vorkommenden Centrale bezeichnet, da erstere Bezeichnung im Widerspruch steht mit der dem Centrale zukommenden Bedeutung und da, wenn mit der Analogie, wie es wahrscheinlich ist, die Homologie gemeint ist, diese sich nicht nur auf das Centrale der Säuger bezieht, sondern bis auf die beiden Centralia der Enaliosaurier zurückreicht und nach Massgabe der eingetretenen Reduction incomplet ist.

In keinem der bis jetzt zur Beobachtung gelangten Fälle, die selbstverständlich in den Bereich des Atavismus gehören, und die allmälig eintretende Reduction des selbstständig bleibenden Centrale gut illustriren, ist dasselbe in der Form, die ihm bei seiner Anlage zukommt, persistent geblieben, indem in allen das volare Ende, das auch beim Embryo früher reducirt wird, nicht erhalten ist. In am wenigsten reducirtem Zustande ist es im 4. Gruber'schen Fall[3]) erhalten geblieben, wo es in beträchtlicher Ausdehnung mittelst einer Gelenkfläche mit dem Carpale 2 in Beziehung steht. Diese Gelenk-

---

[1]) Gruber gebührt in Betreff der Beobachtung eines Centrale beim Menschen die Priorität. Ich hatte zwar schon, bevor Gruber seinen ersten Fall mittheilte, die Untersuchung begonnen, dieselbe hatte aber, da die Zerlegung mir damals noch die grössten Schwierigkeiten bereitete, nur ein unsicheres Ergebniss gehabt. Der Existenz eines Centrale bei Embryonen habe ich in einer kurzen Anzeige des Inhalts eines Vortrags Erwähnung gethan (cf. Sitzungsber. d. Dorpater Naturforsch.-Gesellsch. Bd. III. H. 4, 1872 pg. XVI.).

[2]) cf. 2 pg. 339 und die betreffenden Stellen der späteren Aufsätze.

[3]) cf. 5 pg. 716—19 Tf. XIII Fig. 1, 2.

verbindung ist weit geringer im FRIEDLOWSKY'schen Fall [1], der das dorsale Ende auch der Form nach gut erhalten bietet, dieser Theil ist auch im 3. GRUBER'schen Fall [2] desgleichen im 2. [3] der persistirende: der erste [4] und fünfte [5] der GRUBER'schen Fälle stellen sehr reducirte Formen vor und namentlich im letzteren ist nur ein kleiner Theil erhalten geblieben, der, ein abweichendes Verhalten zeigend, mit dem Radiale zu verschmelzen beginnt. Die Verschmelzung kann bei diesem Grade der Reduction vollständig werden, wie das Fig. 35 C abgebildete Object zeigt, wo der an der kritischen Stelle bemerkbare Vorsprung, der an der ulnaren Seite noch deutlicher abgegrenzt ist, auf ein sehr reducirtes und mit dem Radiale verschmolzenes Centrale sich bezieht. Zu bemerken wäre über diese Fälle noch, dass fünf sicher dem männlichen Geschlecht angehören, welches auch in dieser Beziehung sich conservativer verhält.

Die Verhältnisse, in denen sich das menschliche Centrale, so lange es noch nicht reducirt worden, findet, stimmen mit den betreffenden bei Primaten in mehrfachen Beziehungen überein, in anderen zeigen sie sich als abgeänderte.

Die primitivsten Beziehungen besitzt das Centrale bei Cheiromys, wo dasselbe nach den Untersuchungen von BLAINVILLE [6] und OWEN [7] die Mitte des Carpus einnimmt und mit allen Bestandtheilen (das Pisiforme natürlich ausgenommen) desselben Verbindungen hat. Bei Perodicticus [8] liegt dasselbe fast central, eine Articulation mit dem Ulnare besteht nicht, ausser dem Radiale und Carpale 2, 3 liegt es der proximalen Fläche des Carpale 1+5 und dem Intermedium an, mit dem Carpale 1 scheint es sich nicht zu verbinden. Im Vergleich zu diesem Verhalten erscheint das Centrale bei Tarsius radialwärts gerückt. Wie die Abbildung bei BURMEISTER [9] ersehen lässt und ich an einem Exemplar bestätigt finde, besteht weder eine Beziehung

---

[1] cf. 2 pg. 586, 87 Fig. 1.
[2] cf. 4 pg. 395—98 Fig. 1, 2, 3.
[3] cf. 3 Fig. 3.
[4] cf. 2 Tf. X A, Fig. 9.
[5] cf. 5 Tf. XIII, Fig. 3, 4.
[6] cf. l. c. Fasc. III pg. 26 pl. V.
[7] cf. 7 pg. 51, 52 pl. 21 Fig. 17, 18 Im Texte wird eine Articulation mit dem Carpale 1 zwar nicht speciell angegeben, die Abbildungen lassen jedoch annehmen, dass das Centrale auch mit diesem in Beziehung steht.
[8] cf. van CAMPEN l. c. pg. 16—18 pl. 1 Fig. 3.
[9] l. c. Tf. 2 Fig. 5.

zu dem Ulnare noch zu dem Carpale $^{4+5}$, dem letzteren liegt es aber nahe, da das proximale Ende des Carpale ^{3} nur in geringem Grade an dem zum grössten Theil vom Carpale $^{4+5}$ gebildeten convexen Vorsprung betheiligt ist, der mit dem Centrale, dem Intermedium und dem Ulnare articulirt. Indem gleichzeitig das Centrale an die radiale Fläche des Carpale ^{3} gerückt ist, mit dem Carpale ^{2}, Carpale ^{1}, dem Radiale und Indermedium articulirt, ist es hier in die Beziehungen getreten, die, wie bekannt, bei den Hapalinen, Cebinen und Cynopithecinen vorliegen, und die dem Verhalten des menschlichen Centrale gegenüber insofern als die primitiveren bezeichnet werden müssen, als letzterem eine Beziehung zum Intermedium auch bei der ersten Anlage nicht zukommt. Zu diesem Verhalten bilden diejenigen Formen einen Uebergang, bei denen sich die Beziehung des Centrale zum Intermedium allmälig gemindert zeigt. Bei Tarsius ist die Fläche, die es dem Intermedium bietet, fast eben so gross, wie die dem Radiale anliegende und unter den Cebinen finde ich die Beziehung zum Intermedium noch am meisten erhalten bei Cebus [1]), wo die proximale, mit dem Radiale articulirende Gelenkfläche des Centrale und die ulnare, gegen das Carpale ^{3} gerichtete, an eine dem Intermedium anliegende, langgestreckte Gelenkfacette stossen, die sich vom dorsalen fast bis zum volarem Ende des Centrale hinzieht, in ihrem dorsalen Abschnitt fast 1^{mm} breit ist und mit den genannten Flächen gut markirte Kanten bildet. Etwas schmaler ist diese Gelenkfacette bei Saimiris, wo sie, da die Kante, die sie gegen die ulnare Fläche abgrenzt, abgeflacht erscheint, fast ganz in das Niveau dieser Fläche tritt. Aehnlich verhält sich Hapale, während bei Ateles die Gelenkfacette nur durch einen schmalen Saum vertreten ist, der sich am proximalen Rande der ulnaren Fläche hinzieht, wobei nur das dorsale Ende mit dem Intermedium gelenkig verbunden ist, im Uebrigen besteht syndesmotische Verbindung. Bei Cynopithecinen liegt die schmale, volarwärts spitz auslaufende Gelenkfacette ebenfalls fast im Niveau der ulnaren Fläche und da diese und die radiale, für die Articulation mit dem Carpale ^{2} und Carpale ^{1} bestimmte, wie die proximale mit der schmalen Gelenkfacette unter scharfen Kanten zusammenstossen, hat das Centrale eine fast dreiseitig prismatische Gestalt; das dorsale, relativ voluminösere Ende zieht sich besonders deutlich

[1]) Diese und die die übrigen Formen betreffenden Angaben sind nach Untersuchungen an in Alkohol conservirten Exemplaren gemacht. Die Bestimmung der Species war in den meisten Fällen nicht möglich.

bei Colobus und Inuus), ulnarwärts in einen kurzen Fortsatz aus und berührt damit in geringer Ausdehnung die dorsale Fläche des Carpale 3. In dieser Beziehung findet sich auch im Detail der Gestaltung Uebereinstimmung mit dem menschlichen Centrale, an dem, was als eine Folge der Reduction zu betrachten ist, die drei Hauptflächen des persistirenden Centrale nur noch angedeutet sind, indem der Querschnitt des Centrale (cf. Fig. 38) ein Dreieck mit stark abgerundeten Ecken bildet. Formen, welche Stadien der Reduction des Centrale, wie sie in Betreff des Menschen vorauszusetzen sind, wahrnehmen liessen, finden sich, soviel mir bekannt, unter den genannten 3 Gruppen der Primaten nicht, das Centrale derselben erscheint als ein wohlerhaltenes Gebilde, da es sich längs des Radiale bis fast an das volare Ende desselben erstreckt, die ganze proximale Gelenkfläche des Carpale 2 aufnimmt und stets auch noch einen Theil der proximalen Gelenkfläche des Carpale 1 trägt. Dabei zeigt das Centrale durch die Art seiner Verbindung mit dem Radiale eine andere Modification des relativ ursprünglichen Verhaltens an. Bei Semnopithecus sind die Flächen, mit denen des Centrale und Radiale einander berühren, zum grössten Theil Gelenkflächen und nur die volare Spitze des Centrale ist durch Bandmasse an das Radiale geheftet. In etwas grösserer Ausdehnung findet sich bei Cebus und Hapale im volaren Abschnitt der Berührungsfläche syndesmatische Verbindung, welche in der volaren Hälfte dieser Fläche bei Cercopithecus, Inuus (pith. und cynom.), Cynocyphalus (ursin.) besteht, und im grössern volaren Abschnitt die Gelenkverbindung ersetzt bei Ateles und Saimiris. Bei Colobus endlich ist im Bereich der ganzen Berührungsfläche feste, syndesmatische Verbindung eingetreten, es leitet sich somit hier eine Verschmelzung des nicht reducirten Centrale mit dem Radiale ein. Unter den Anthropoiden zeigt der Orang, wie bekannt, das den Cynopithecinen etc. zukommende Verhalten des Centrale, das bei ihm in derselben Weise mit dem Radiale sich verbindet wie bei Semnopithecus. Gegenüber diesem relativ primitiven Verhalten findet sich das Centrale in einem Stadium der Reduction bei Hylobates. An einem Exemplar (an welchem die Bestandtheile des Carpus in natürlicher Verbindung erhalten sind) finde ich das Centrale in seinem dorsalen Abschnitt wie gewöhnlich gestaltet (die Facette für das Intermedium und der Fortsatz sind vorhanden), während der volare Abschnitt als der reducirte erscheint, indem das Centrale weniger weit volarwärts an dem Radiale hinabreicht, damit die Beziehung zum Carpale 1, dessen proximale Gelenkfläche nur mit dem

Radiale articulirt, verloren hat, zugleich articulirt das volare Ende des Centrale nur noch mit einem Theil der proximalen Gelenkfläche des Carpale 2, der andere Theil dieser Gelenkfläche entspricht einer am Radiale sich findenden Gelenkfacette, die die Fortsetzung der Gelenkfläche für das Carpale 1 bildet. Vergleicht man dieses Radiale mit dem Radiale einer Form (etwa des Orang), deren Centrale nicht reducirt ist, so tritt die Verdickung, die das Radiale von Hylobates im distalen Theil des volaren Abschnitts erfahren, sehr deutlich hervor, und man gewinnt auch hier die Ueberzeugung, dass entsprechend der Reduction des volaren Endes des Centrale eine compensirende Ausbildung des Radiale erfolgt ist, wodurch die Articulation mit den Theilen der proximalen Gelenkflächen des Carpale 1 und Carpale 2 die ausser Beziehung mit dem Centrale traten, auf das Radiale sich übertrug. Das Centrale des von Owen (5 pg. 758) erwähnten Hyl. syndactylus ist wahrscheinlich ebenfalls ein reducirtes, da Owen sagt: »the carpus shows a dismembrement of the scaphoid, wedged between the main part of that bone and the trapezoides«. Ob andere Reductionsstufen bei Vertretern des Genus Hylobates sich erhalten haben, ist aus den wenigen Angaben, die über den Carpus von Hylobates in der Literatur sich finden, nicht zu ersehen.

In Betreff des Carpus des Chimpanzé und Gorilla besteht die Auffassung, dass derselbe mit dem des Menschen, abgesehen von untergeordneten Formdifferenzen, übereinstimme. Diese besonders von Owen [1], Duvernoy [2], Huxley [3], Vrolik [4] (in Betreff des Chimpanzé), Lucae [5], Gratiolet und Alix [6] vertretene Ansicht stützt sich auf die übereinstimmende Zahl und Anordnung der Bestandtheile. Da nun aber beim Menschen das Scaphoid sich als ein Radiale herausgestellt hat, so könnte diese Uebereinstimmung nur dann vorhanden sein, wenn die von Owen behauptete Homologie des Scaphoideum des Chimpanzé und Gorilla mit dem Scaphoideum und dem Centrale des Orang oder der Cynopitheeinen etc. nicht besteht. Unter den Autoren, die Owen in dieser Deutung gefolgt sind, haben besonders Gratiolet und Alix [7] auf die Uebereinstimmung in der Form und

[1] 1, pg. 353, 4, pg. 9—11.
[2] l. c. pg. 41 u. 43.
[3] l. c. vol. I pg. 428, 537.
[4] l. c. pg. 12.
[5] l. c. pg. 29, 31.
[6] l. c. pg. 82.
[7] l. c. pg. 82 Anmerkung 3.

den Beziehungen des Theiles des Scaphoid, der als ein verschmolzenes Centrale zu betrachten sei, mit denen eines isolirt existirenden Centrale aufmerksam gemacht und Mivart[1]) theilt einen Fall mit, in welchem er das Scaphoid beim Chimpanzé der Form nach in vollkommener Uebereinstimmung mit dem Scaphoid und dem Centrale eines Orang gefunden, woher er wenigstens für diesen Fall behauptet, dass dasselbe »evidentely and completely responds to both the scaphoides and the intermedium of the Orang«. Die Formübereinstimmung kann nach dem über das Radiale des Menschen Mitgetheilten für die Begründung der in Rede stehenden Homologie nicht als ausreichend angesehen werden und es muss die Möglichkeit offen gelassen werden, dass beim Gorilla und Chimpanzé ebenfalls eine nach Schwund eines Centrale eingetretene, compensirende Ausbildung eines Radiale die Gestalt desselben bedingt hat, die Uebereinstimmung sich somit in einem anderen Sinne findet. Sicher zu entscheiden, welche von beiden Auffassungen die zutreffende ist, scheint mir nicht möglich. Für die letztere könnte angeführt werden, dass das Scaphoid beim Gorilla und Chimpanzé, wie die von Duvernoy[2]) und Owen[3]) abgebildeten Objecte zeigen, den distalwärts von der Rinne befindlichen Theil in einer Form besitzt, welche, auf dem Wege compensirender Ausbildung entstanden gedacht, diesen Theil noch nicht so weit ausgebildet erscheinen lässt, wie er es am menschlichen Radiale sein kann, und dass am Carpale 2 beim Gorilla[4]) ein Fortsatz sich findet, der ebenso gestaltet und situirt ist, wie der, welcher am menschlichen Carpale 2 sich findet, wenn die compensirende Ausbildung vorherrschend an diesem eintritt. Diese Umstände widerlegen indess nicht mit Bestimmtheit die Deutung des Scaphoid des Gorilla und Chimpanzé als eines Homologon des Radiale und Centrale, da an anderen Objecten sicher erweisbar ist, dass das Centrale mit dem Radiale (und dem Intermedium) verschmelzen und als Theil des Compositum formell persistiren kann. Flower[5]) hat beim Hunde aus dem Modus der Ossification des als Intermedio-radiale angesehenen Stückes erkannt, dass der distalwärts vorspringende Theil desselben ein verschmolzenes Centrale darstellt und ich kann diese Deutung nach

---

[1]) 3, pg. 317 pl. XIV. Fig. 1.
[2]) l. c. Pl. III. A 1 und A[1] 1.
[3]) 4, Pl. 2 Fig. 5 u. 7.
[4]) cf. die von Owen 4 pl. 10 gegebene Abbildung.
[5]) l. c.

Untersuchungen an Embryonen der Katze[1]) bestätigen. In einem Stadium, in welchem Radiale, Intermedium und Centrale, die gesondert angelegt werden, zu verschmelzen beginnen (cf. Fig. 39 c, r, i) bilden sie einen Bestandtheil, der die Form des im Carpus des erwachsenen Thieres sich findenden besitzt, und von dem es zweifellos ist, dass er im Vergleich zu dem beim Hunde sich findenden mit der Formübereinstimmung auch die morphologische Uebereinstimmung besitzt. Es wäre von Interesse, aus der Untersuchung der Entwicklung des Scaphoid beim Gorilla und Chimpanzé eine sichere Auskunft über die diesem Theil zu gebende Deutung zu erlangen[2]), falls sich dasselbe als Compositum erweisen sollte, wäre beim Gorilla und Chimpanzé der bei den Hapalinen, Cebinen und Cynopithecinen sich einleitende Vorgang der Verschmelzung des Centrale mit dem Radiale[3]) zur Vollendung gelangt, was in Betreff des Menschen die Beziehungen zu Hylobates als die näheren erscheinen liesse, während andererseits, wenn auch im Genus Troglodytes eine Reduction des Centrale eingetreten, drei Genera durch die ihnen eigenthümliche Modification des ursprünglichen Verhaltens sich enger aneinander schliessen würden.

An den in Betreff des Centrale untersuchten Embryonalstadien suchte ich zugleich Auskunft zu erhalten über eine Frage, die sich an das Verhalten knüpft, welches das bei den meisten Primaten vorkommende Sesambein des Abductor pollicis longus zeigt, das, wie bekannt, ausser zu der Sehne des genannten Muskels zum Radiale und Carpale 1 Beziehungen hat, indem es in den radialwärts offenen Winkel, den beide begrenzen, hineingelagert ist. Dasselbe ist bei einigen Primaten ziemlich gross, so bei Cebus und Saimiris, wo es sowohl mit dem Radiale als dem Carpale 1 ein Gelenk bildet; letzteres ist auch bei Cynocephalus sphinx der Fall, während bei anderen eine Articulation nur mit dem Radiale besteht, so bei Ateles, Inuus,

[1]) In den drei untersuchten Stadien hat die Extremität vom Beginn der Achselfalte bis zur Spitze des 3. Fingers im ersten eine Länge von 4,5 mm, im zweiten 1,2 cm und im dritten 2 cm.

[2]) Aus der Zerlegung des Scaphoid eines jungen Chimpanzé konnte ich keinen Anhaltspunct erhalten, dasselbe zeigte sich als continuirliches Knorpelstück, an dem auf eine Verschmelzung zu beziehende histiologische Eigenthümlichkeiten sich nicht fanden, die aber sehr wohl bereits verwischt sein konnten. Vielleicht würde die Untersuchung des von Huxley (l. c. Vol. I pg. 563) erwähnten, im Museum of the Royal College of Surgeons befindlichen Embryo eines Chimpanzé die Deutung sicher stellen lassen.

[3]) Dass derselbe Vorgang bei Indris stattgehabt, wird von Mivart mit Bezugnahme auf Fischer's Beobachtungen an zwei Exemplaren von Lemur catta (Mococo) als nicht unwahrscheinlich bezeichnet.

(cynomolgus und pithecus), Cercopithecus, wobei die Verbindung mit dem Carpale [1] durch festes Bindegewebe vermittelt wird. Unter den Anthropoiden besitzt es der Orang, wo es, wie die Abbildungen von CAMPER [1], VROLIK [2], LUCAE [3] zeigen, ziemlich gross ist, es articulirt, wie ich an einem Exemplar finde, mit beiden benachbarten Carpusbestandtheilen; bei Hylobates ist es relativ kleiner und bildet nur mit dem Radiale ein Gelenk. Beim Chimpanzé scheinen nur GRATIOLET und ALIX [4] es beobachtet zu haben; an zwei von mir untersuchten jungen Exemplaren findet es sich als kleines, rundliches Knorpelstückchen, das einer kleinen Gelenkfacette am Radiale aufliegt. Beim Gorilla scheint es zu fehlen, da auch DUVERNOY, der den Muskel beschreibt, es nicht angibt. Indem diese Verhältnisse einen allmäligen Schwund des Sesambein wahrnehmen lassen, machen sie es nicht unwahrscheinlich, dass beim Menschen, der es bekanntlich im entwickelten Zustand nicht besitzt, die vorübergehende Existenz desselben sich würde beobachten lassen. Ich habe es indess in den untersuchten Stadien nicht nachweisen können. Von Interesse wäre es, zu erfahren, ob das Sesambein bei den Formen, die es im entwickelten Zustand besitzen, in der Sehne zur Differenzirung gelangt oder selbstständig sich anlegt, da es nicht unwahrscheinlich ist, dass demselben mehr Bedeutung zukommt, als die untergeordnete eines Sesambein. Von GEGENBAUR [5] ist, wie bekannt, dargethan worden, dass das (früher von ihm als Accessorium carpi aufgefasste) Pisiforme ein morphologisch sehr interessantes Gebilde ist, indem es ein Rudiment eines fünften Strahls darstellt, von dem bei Enaliosauriern noch reichliche Ueberreste am ulnaren Rand der Extremität sich finden. Später ist von MIVART [6] mitgetheilt worden, HUXLEY und

---

[1]) l. c. Tf. IV Fig. 7.

[2]) l. c. Tf. VI Fig. 2.

[3]) l. c. Tf. 3 Fig. 8. In Betreff der Deutung LUCAE'S (pg. 32, 33) cf. MIVART 3, pg. 319.

[4]) Dieselben sagen zwar (l. c. pg. 82) an dem von ihnen untersuchten Objecte kämen Sesambeine nicht vor, bemerken aber, dass es wahrscheinlich sei, dass beim erwachsenen Thiere in der Sehne der Abd. poll. long. ein Sesambein sich finde, sie haben somit wahrscheinlich das kleine Sesambein in noch knorpeligem Zustande beobachtet.

[5]) cf. 9 pg. 347—349.

[6]) 4 pg. 388—390. MIVART theilt diese Beobachtungen gelegentlich einer Besprechung der von GEGENBAUR begründeten Auffassung des Extremitätenskelets mit und findet, dass dieser Auffassung gewisse Schwierigkeiten entgegenstehen, indem die »Division of the os centrale« (die doch gar nicht behauptet worden ist) noch den Gegenstand einer Discussion bilden könne und die Existenz des

Davis hätten ihn auf Exemplare von Ichthyosaurus aufmerksam gemacht, die auch an der radialen Seite »extra ossicles« besitzen und da diese zweifellos als Radienrudimente zu betrachten sind, so ist damit ein Anhalt gegeben, eine ähnliche Deutung, wie sie von Gegenbaur für das Pisiforme begründet worden, auch in Betreff des s. g. Sesambein des Abductor pollicis longus als möglich zu bezeichnen und in demselben ein Rudiment eines am radialen Rand der Stammreihe existirt habenden Radius zu sehen. Für diese Deutung liesse sich anführen, dass das in Rede stehende Gebilde ausser bei Primaten auch in anderen Säugethierordnungen sich findet und dass, was für die Herkunft desselben belangreich erscheint, bei einem Chelonier, bei Emys europaea [1]) ein Knöchelchen existirt, das mit dem Carpale 1, Radiale und dem Radius Beziehungen hat. Dass ein solches bei Amphibien nicht vorhanden, bildet keine Schwierigkeit, da bei diesen, wie Gegenbaur nachgewiesen hat, die Hand an der radialen Seite Reductionen erfahren hat. Gesichert wäre diese Deutung aber erst, wenn sich nachweisen liesse, dass die Beziehungen des s. g. Sesambein zur Sehne secundärer Natur seien; dafür spräche vielleicht der Umstand, dass dasselbe bei Inuus und Cynocephalus der Sehne nicht einfach eingelagert erscheint, sondern mit einem abgezweigten Theil derselben in Beziehung steht, für die secundäre Natur der Verbindung mit der Sehne wäre es indess erst beweisend, wenn sich beobachten liesse, dass das s. g. Sesambein

dem Pisiforme correspondirenden, an der radialen Seite häufig, selbst bei Primaten, sich findenden Knöchelchens und der an der radialen Seite bei Ichthyosaurus vorhandenen Skelettheile mit dieser Auffassung nicht vereinbar sei. Diese Bemerkungen sind gemacht worden, bevor Gegenbaur den Nachweis eines biserialen Archipterygium gegeben hatte und es ist nicht anzunehmen, dass Mivart selbst in den erwähnten Verhältnissen jetzt noch eine Schwierigkeit sieht und die Schlusssätze seiner Erörterung unverändert aufrecht erhält; der erste derselben, der nur für eine pentadactyle Form als typische eine Berechtigung sieht, war schon damals nicht ganz unanfechtbar, indem diese Form als Grundform ausser dem an der radialen Seite sich findenden Knöchelchen auch das Pisiforme unerklärt lässt, und der zweite dieser Sätze, der unter Anderem auch von der Entdeckung neuer Formen für die Auffassung Gegenbaur's Etwas befürchtet, ist (was den citirten Ausspruch anlangt) durch die ein Jahr später erfolgte Entdeckung des Ceratodus widerlegt worden. Ceratodus besitzt bekanntlich einen Bau des Extremitätenskelets, der die Theorie Gegenbaur's, welcher die Möglichkeit auch einer biserialen Anordnung der Radien des Archipterygium bereits in Erwägung genommen hatte, in einer Weise bestätigt, wie sie befriedigender nicht erwartet werden konnte. Die von Gegenbaur als hypothetische Skeletform aufgestellte Grundform hat hier Realität.

[1]) cf. Gegenbaur 7 pg. 22 Tf. II Fig. 3.

sich isolirt anlegt, und erst später mit der Sehne eine Verbindung eingeht. An den hierauf untersuchten Embryonen der Katze, welche das in Rede stehende Gebilde bekanntlich im entwickelten Zustand besitzt, habe ich im ersten Stadium weder die Sehne noch das s. g. Sesambein differenzirt gefunden, im zweiten dagegen beide bereits in den Beziehungen angetroffen, die ihnen im entwickelten Körper zukommen. Da aber beide Stadien weit auseinander liegen und in Betreff des Menschen auch noch weitere Stadien in Betracht gezogen werden müssten, so kann die Untersuchung nicht als abgeschlossen angesehen werden.

In einer soeben erschienenen Abhandlung von W. Henke und C. Reyher (Studien über die Entwickelung der Extremitäten des Menschen, insbesondere der Gelenkflächen. Mit 4 Tafeln. Separ. aus d. LXX. Bd. d. Sitzber. d. k. Acad. d. Wiss. III. Abth. Juli-Heft Jahrgang 1874) theilen die Verfasser pg. 52 mit, dass es sich beim menschlichen Carpus um die Anlage von 10 Carpalia handele und sagen: »Die zwei unerwarteten liegen in der radialen Hälfte und zwischen der ersten und zweiten Reihe der Handwurzel«. In dem einen, zwischen Capitatum, Trapezium und Radiale gelegenen, erkennen die Verfasser bei Embryonen aus dem zweiten Monat das im Carpus der Amphibien, Reptilien und einiger Säuger bekannte, bleibende Centrale, dem das beim menschlichen Embryo vorgefundene »in seiner Lage genau entspräche«. Der Deutung des Befundes ist selbstverständlich beizustimmen, auffallen darf aber, dass derselbe Henke und Reyher unerwarteter Weise sich geboten hat, da die Frage nach der Existenz und dem Verbleib eines Centrale beim Menschen von Gegenbaur, wie bekannt, aufgestellt und untersucht worden ist. Während die Verfasser, wie bereits bemerkt, den Befund an einigen Embryonen hinsichtlich des Centrale richtig gedeutet, sind sie nicht in der Lage, das bei einem älteren Embryo (aus dem 3. Monat) Gesehene sicher zu interpretiren. Hier finden dieselben (cf. Fig. 15) ein dem Naviculare »ansitzendes kleines Köpfchen«, das in der Erklärung der Figur »das theilweise mit dem Naviculare vereinigte kleine fragliche Körperchen« genannt wird, im Text bleibt es unentschieden, ob dasselbe dem Centrale oder dem anderen »unerwarteten Handwurzelglied« (das einmal, cf. Fig. 1, am Radialrande, dem Naviculare und Trapezium anliegend, gesehen wurde) gleichzustellen sei. Da der fragliche Theil, wie die Figur zeigt, in einer

Situation sich findet, die dem Centrale zukommt, und die andere Möglichkeit nur unter der Voraussetzung einer durch Nichts zu motivirenden beträchtlichen Lageveränderung des zweiten »überzählig angelegten Handwurzelgliedes« statuirt werden könnte, so kann es auch ohne »weitere Vergleichsschnitte« nicht fraglich sein, dass derselbe als Centrale anzusehen ist. Wäre die Angabe über die Form richtig, so könnte nur das reducirte Centrale vorliegen, da aber, wie die Fig. 15 zeigt, das Carpale 2 in seinem am meisten volar gelegenen Theil getroffen ist, so muss auch das volare Ende des Centrale im Durchschnitt vorliegen und es darf, da der dorsale Abschnitt des Centrale länger erhalten bleibt, angenommen werden, dass hier noch der ganze Skelettheil vorgelegen hat. Hinsichtlich des Verbleibs des Centrale scheint es, da dasselbe in späteren Stadien nicht mehr gesehen werde, Henke und Reyher wahrscheinlich, dass es in das Naviculare aufgehe, für welche Annahme in den Verhältnissen bei Emys europaea und Simia satyrus eine Stütze gesucht wird. Wegen dieser Annahme musste auch die Interpretation der Gruber'schen Fälle insofern nicht richtig ausfallen, als das Vorkommen derselben (weil das Centrale als isolirtes Gebilde reducirt wird) nicht aus einer »von der typischen Umwandlung desselben (Centrale) abweichenden unvollkommenen Reduction der Gliederzahl durch ihr Verschmelzen mit dem Naviculare« erklärt werden kann. In Betreff des zweiten Handwurzelgliedes sagen Henke und Reyher, dass dasselbe nur in einem Beispiel, Simia satyrus, am ausgewachsenen Thier bekannt sei und schliessen sich der Deutung an, die Lucae demselben gegeben (nach welcher es der vom Multang. maj. getrennten Eminentia carpi radialis inferior des Menschen entsprechen soll). Hierbei ist, davon abgesehen, dass, um ein Gebilde als einen Theil des Carpus zu bezeichnen, bei vorhandener Stammreihe in erster Instanz die Zugehörigkeit desselben zu einem Radius erwiesen sein muss, unberücksichtigt geblieben, dass die Ansicht Lucae's in ausreichender Weise bereits von Mivart widerlegt worden ist und dass das Sesambein des Abductor pollicis longus ein bei vielen Formen vorkommendes Gebilde ist, über welches in der Literatur zahlreiche Angaben vorliegen. Ob nun aber der von Henke und Reyher gesehene Bestandtheil, den sie selbst nicht mit Sicherheit auf das beim Orang vorkommende Gebilde beziehen, das genannte Sesambein in transitorischer Anlage vorstelle, womit die von mir untersuchte Frage eine theilweise positive Beantwortung erfahren hätte, muss deshalb zweifelhaft bleiben, weil die Fig. 1 dasselbe nicht deutlich von Trape-

zium abgegrenzt zeigt. Sicher kann die Interpretation desselben nicht, wie das von den Verfassern als möglich angesehen wird an die »Substitution des Radiale durch zwei Knöchelchen« anknüpfen, da nach den von GEGENBAUR aufgestellten Kriterien für die Beurtheilung des morphologischen Werthes der durch die Verknöcherung gesetzten Gliederung es bei einem Radiale zweifellos ist, dass der Modus der Verknöcherung desselben einen Schluss auf eine Entstehung aus mehreren Bestandtheilen nicht gestattet.

Unter den Organisationsverhältnissen, auf welche die in Vorstehendem mitgetheilte Untersuchung sich bezieht, findet sich keines, welches den für die Untersuchung benutzten genealogischen Gesichtspunct unanwendbar erscheinen liesse, einzelne aber sind nur mit Hülfe dieses Gesichtspunctes verständlich. Letzteres spricht ebenso zu Gunsten desselben wie der Umstand, dass ohne diesen von der Descendenztheorie gewährten Gesichtspunct eine Veranlassung nicht vorhanden gewesen wäre, specielle Organisationsverhältnisse vorauszusetzen und die Frage nach der Existenz derselben zu untersuchen. In den hierbei erlangten positiven Ergebnissen darf ein wenn auch geringer Beitrag gesehen werden zu dem Beweismaterial, welches der Erkenntniss dient, dass der Mensch mit den übrigen Organismen in genealogischen Beziehungen steht. Da dieser Auffassung die Einzelergebnisse der mitgetheilten Untersuchung sich unterordnen, erscheint es nicht unberechtigt, in Betreff derselben einen Zusammenhang zu statuiren mit der in der Einleitung bezeichneten allgemeinen Aufgabe der Disciplin, deren Gebiet das behandelte Thema entnommen ist, und diesen Zusammenhang darin zu sehen, dass die erlangten Ergebnisse — und das möchte ich für das Resultat der vorliegenden Untersuchung gehalten wissen — die Berechtigung stützen, vom Standpunct der Descendenztheorie aus die Aufgabe der Anatomie des Menschen aufzufassen.

Verzeichniss der citirten Literatur.

C. Bergmann, Ueber dorsolumbare und lumbosacrale Uebergangswirbel. Zeitschr. f. rat. Med. III. Reihe Bd. XIV.

H. de Blainville, Ostéographie ou Description iconographique comparée du squelette et du system dentaire de cinq classes d'animaux vertebrées etc. Paris. Fasc. I—III.

K. Bockshammer, Die angebornen Synostosen an den Enden der beweglichen Wirbelsäule. Zeitschr. f. rat. Med. III. Reihe. Bd. XV.

C. Bruch, Untersuchungen über die Entwicklung der Gewebe bei den warmblütigen Thieren. Sep. a. d. Abhandlungen d. Senkenberg. Gesellsch. Bd. IV. u. VI. Frankfurt a. M. 1863—67.

H. Burmeister, Beiträge zur nähern Kenntniss der Gattung Tarsius. M. 7 Tf. Berlin 1846.

F. A. W. van Campen, Ontleedkundig onderzoek van den Potto van Bosman in Natuurk. Verhand. der Koninkl. Akademie. Deel VII. 1859. (Sep.)

P. Camper, Naturgeschichte des Orang-Utang und einiger anderer Affenarten. Uebers. von Herbell. Düsseldorf 1791.

G. Canestrini, Origine dell' uomo. Sec. ediz. Milano 1870.

G. Cuvier, 1) Recherches sur les ossemens fossiles. Nouv. édit. T. V. II. Partie. Paris 1824.

2) Leçons d'anatomie comparée. Sec. édit. T. I. Paris 1835.

F. Champneys, On the muscles and nerves of a Chimpanzee (Troglodytes niger) etc. The Journ. of Anat. and Phys. cond. by G. Humphry and W. Turner. Sec. ser. No. IX. Nov. 1871. Cambridge and London.

Ch. Darwin, The descent of Man etc. Vol. I. London 1871.

Dürr, Ueber die Assimilation des letzten Bauchwirbels an das Kreuzbein. Zeitschr. f. rat. Med. III. R. Bd. VIII.

Duvernoy, Des caractères anatomiques des grands singes pseudo-anthropomorphes in Archives du muséum d'histoire naturelle. T. VIII. Paris 1855—56.

A. Ecker, Icones physiologicae. Leipzig 1851—59.

W. Flower, On the composition of the carpus of the dog. Journ. of Anat. and Phys. cond. by G. Humphry and Turner. Sec. ser. No. IX. Nov. 1871. Cambridge and London.

A. Friedlowsky, 1) Ein Fall von etc. nebst einem Anhang über Wirbelassimilation. Verhandl. d. zoolog.-botan. Gesellsch. in Wien. Bd. XVII. 1867.

2) Ueber Vermehrung der Handwurzelknochen durch ein Os carpale intermedium etc. Sitzungsber. d. Acad. d. Wiss. Math.-nat. Cl. Bd. LXI Abth. I. Wien 1870.

C. Gegenbaur, 1) Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie der Wirbelsäule bei Amphibien und Reptilien. Leipzig 1862.

C. Gegenbaur, 2) Ueber die Entwicklung der Wirbelsäule des Lepidosteus mit vergleichend-anatomischen Bemerkungen. Jen. Zeitschr. Bd. III. Leipzig 1867.
3) Grundzüge der vergleichenden Anatomie. Zweite umgearbeitete Auflage. Leipzig 1870.
4) Beiträge zur Kenntniss des Beckens der Vögel. Eine vergleichend-anatomische Untersuchung. Jen. Zeitschr. Bd. VI. Leipzig 1871.
5) Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere H. III. Das Kopfskelet der Selachier, als Grundlage zur Beurtheilung der Genese des Kopfskeletes der Wirbelthiere. Leipzig 1872.
6) Zur Bildungsgeschichte lumbosacraler Uebergangswirbel. Jen. Zeitschrift Bd. VII. Leipzig 1873.
7) Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere H. I. Carpus und Tarsus. Leipzig 1864.
8) Unters. z. vergl. Anat. H. II. 2. Brustflosse der Fische. Leipzig 1865.
9) Ueber das Gliedmaassenskelet der Enaliosaurier. Jen. Zeitschr. Bd. V. Leipzig 1870.

Is. Geoffroy Saint-Hilaire, Florent Prevost et Pucheran, Catalogue méthodique de la collection des mammifères, de la collection des oiseaux et des collections annexes du Muséum d'Histoire Naturelle de Paris. Première partie — Mammifères. Catalogue des Primates p. M. Isidore Geoffroy St.-Hilaire. Paris 1851.

L. P. Gratiolet et P. Alix, Recherches sur l'anatomie du Troglodytes Aubryi. Nouvelles Archives du Muséum. T. II. Paris 1866.

W. Gruber, 1) Ueber die Halsrippen des Menschen m. vergl. anat. Bemerk. Mém. de l'Acad. Imp. d. sc. d. St. Pétersbourg VII. Série. T. XIII. No. 2. 1869.
2) Ueber ein dem Os intermedium s. centrale gewisser Säugethiere analoges neuntes Handwurzelknöchelchen beim Menschen. Arch. f. Anat. u. Phys. Jahrgang 1869.
3) Nachträge zur Osteologie der Hand und des Fusses II. Bullet. d. l'Acad. Imp. d. Sc. de St.-Pétersbourg. T. XV. No. 4. 1870.
4) Nachträge zu den supernumerären Handwurzelknochen des Menschen. ibid. T. XVII. No. 3. 1872.
5) Weitere Nachträge zum Vorkommen des Ossiculum intermedium carpi beim Menschen. Arch. f. Anat. Phys. u. w. Med. Jahrg. 1873.

C. Hasse und W. Schwark, Studien zur vergleichenden Anatomie der Wirbelsäule insbesondere des Menschen und der Säugethiere. Anatomische Studien Heft I. Leipzig 1870.

J. Henle, Handbuch der systematischen Anatomie des Menschen. Knochenlehre. 3. Aufl. Braunschweig 1871.

R. Hensel, Ueber Hipparion mediterraneum. Abhandlungen d. Königl. Acad. d. Wissensch. zu Berlin. Aus dem Jahr 1860. Berlin 1861.

A. F. Hohl, Zur Pathologie des Beckens. Leipzig 1852.

Th. Huxley, Lectures on the structure and classification of the Mammalia. Medical Times 1864.

A. Issel, Descrizione di una scimmia anthropomorpha proveniente dall' Africa centrale. Annali de Museo civico di storia naturale di Genova, public. per cura di G. Doria. Dic. 1870.

A. Kölliker, Entwicklungsgeschichte des Menschen und der höhern Thiere. Leipzig 1861.

J. Lucae, Die Hand und der Fuss. Frankf. a. M. 1866.

J. F. Meckel, Handbuch der menschlichen Anatomie, Bd. 2.

St. George Mivart, 1) Contributions towards a more complete knowledge of the axial skeleton in the Primates in Proceed. Zool. Soc. London 1865.

2) Contributions towards a more complete knowledge of the Skeleton of the Primates P. I. The Appendicular Skeleton of Simia. Trans. Zool. Soc. Vol. VI. P. 4. London 1867.

3) On the Appendicular Skeleton of the Primates in Phil. Trans. of the Royal Soc. London. Vol. 157. 1868.

4) On the Vertebrate Skeleton. Trans. Linnean Soc. Vol. XVII. London 1871.

F. Müller, Für Darwin. Leipzig 1864.

J. Müller, Vergleichende Anatomie der Myxinoiden. Osteologie ü. Myologie. Sep.

R. Owen, 1) On the Osteology of the Chimpanzee and Orang Utan. Com. March. 10. 1835. Trans. Zool. Soc. London. Vol. I. 1835.

2) On the Archetype and homologies of the vertebrate skeleton. London 1848.

2a) On the nature of limbs. London 1848.

3) Osteological Contributions to the Natural History of the Chimpanzees (Troglodytes) and Orangs (Pithecus) No. V. Comparison of the Lower Jaw and Vertebral Column of the Troglodytes Gorilla, Troglodytes niger, Pithecus Satyrus and different varieties of the Human Race. r. Sept. 9. 1851. Trans. Zool. Soc. London. Vol. IV. P. 4. 1857.

4) Osteological Contributions to the Natural History of the Anthropoid Apes. No. VII. Comparison of the Bones of the Limb of the Troglodytes Gorilla, Troglodytes niger and of different varieties of the Human Race; and on the general characters of the Skeleton of the Gorilla. r. Sept. 9. 1851. ibid. Vol. V. P. 1. 1862.

5) Descriptive Catalogue of the osteological series contained in the Museum of the Royal College of Surgeons of England. Vol. II. London 1853.

6) Contributions to the Natural History of the Anthropoid Apes No. VIII. On the External Characters of the Gorilla (Troglodytes Gorilla Sav.) r. Jan. 11. 1859. Trans. Zool. Soc. London. Vol. V. P. 4. 1865.

7) On the Aye-Aye (Chiromys Cuv. Chiromys madagascariensis Desm.) r. Jan. 14. and 28. 1862. Trans. Zool. Soc. Vol. V. P. 2. London 1863.

De Quatrefages, Anthropologie, leç. XVII. Revue des cours scientif. 5. année. Num. 39. Paris 1868.

A. Retzius, Ueber die richtige Deutung der Seitenfortsätze an den Rücken- und Lendenwirbeln beim Menschen und den Säugethieren. Arch. f. Anat. u. Phys. 1849.

L. Rütimeyer, 1) Beiträge zu einer paläontologischen Geschichte der Wiederkäuer, zunächst an Linné's Genus Bos. Verhandl. d. naturforsch. Gesellsch. in Basel. Th. IV. Heft 2. Basel 1866.

2) Die Grenzen der Thierwelt. Eine Betrachtung zu Darwins Lehre. Basel 1868.

Schwegel, Knochenvarietäten. Zeitschr. f. rat. Med. 3. R. Bd. V. 1859.

S. Trinchese, Descrizione di un feto di Orang-Utan. Annali del Museo civico di Storia naturale di Genova pubblicati per cura di Giacomo Doria. Dicembre 1870. Genova 1870.

Edward Tyson, The anatomy of a Pygmy compared with that of a Monkey, an Ape and a Man etc. Sec. edit. London 1751.

W. Vrolik, Recherches d'anatomie comparée sur le Chimpansé. Amsterdam 1841.

J. Wyman, Referat über einen Vortrag. Proceed. Americ. Acad. of Arts and Sciences Vol. IV. Boston and Cambridge 1860.

Erklärung der Abbildungen.

Sämmtliche Figg. die Schnitte darstellen sind mit Benutzung einer Oberhäuser-schen Camera lucida gezeichnet worden, die meisten bei derselben Vergrösserung ($\frac{2}{1}\frac{0}{0}$), wo eine stärkere Vergrösserung angewandt worden, ist die Vergrösserungszahl bei den betreffenden Figg. angegeben worden. Das histiologische Detail ist nur bei einzelnen Figg. (cf. die specielle Erklärung derselben) angedeutet. Die Figg. 13, 35, 36, 37 stellen die betreffenden Objecte in natürlicher Grösse (nach Photographien) dar.

Taf. III. Fig. 1—15. Taf. IV. Fig. 16—34. Taf. V. Fig. 35—39.

Auf mehrere Figg. der Taf. III u. IV Bezug habende Bezeichnungen.

ch. = Chorda.

v. = Wirbelkörper. Die neben dem Buchstaben stehende Ziffer zeigt an, der wievielste Wirbel der Gesammtreihe der bezeichnete ist, die in der Klammer hinzugefügte Bezeichnung bezieht sich auf die Stellung, die dem Wirbel in der betreffenden Region der Wirbelsäule zukommt, wobei d. Dorsalwirbel, l. Lumbalwirbel, s. Sacralwirbel, cd. Caudalwirbel bedeutet und die beigefügte Ziffer die Stelle angibt, die der Wirbel in der Region einnimmt. Das Zeichen ls. bezeichnet den Wirbel als Lumbosacralwirbel, scd. als Sacrocaudalwirbel.

ac. = Wirbelbogen, speciellere Bezeichnung wie bei v.

p. l. = Seitenfortsatz, - - - - -

p. t. = Querfortsatz, - - - - -

p. a. p. = Processus artic. proximalis, speciellere Bezeichnung wie bei v.

p. a. d. = - - distalis - - - - -

ps. l. = Pars lateralis des Sacrum, die Zugehörigkeit derselben zu bestimmten Wirbeln in der bei v. angegebenen Weise bezeichnet.

cs. = Rippe, die Ziffer gibt an, die wievielste (von der des achten Wirbels als erster aus gezählt) vorliegt.

il. = Ilium.

l. lc. = Ligamentum lumbocostale.

mr. = Medullarrohr.

d. = dorsale Wand des das Medullarrohr enthaltenden Canals.

h. = Hornblatt.

Fig. 1. Der Medianebene sehr nahe (rechts) liegender Sagittalschnitt aus dem hintern Leibesende des Embryo I.

f. = Furche, welche an der ventralen Seite die Basis des Vorsprungs am hintern Leibesende umzieht.

r. = Rectum.

a. = Anus.

d. s. u. = Dorsale Wand des Sinus urogenitalis.

Fig. 2. Schnitt aus dem hintern Leibesende des Embryo III. 1. Der Schnitt liegt im distalen Theil in der Medianebene und weicht im Uebrigen im dorsalen Abschnitt etwas rechts, im ventralen etwas links von derselben ab. Das distale Ende des Medullarrohrs nicht intact.

f; r; a wie in Fig. 1.
a. s. m. = Arteria sacralis media.
s. u. = Sinus urogenitalis.
d. W. s. = linker WOLFF'scher Gang.
g. h. = Genitalhöcker.
a. p. = ventrale Bauchwand.

Fig. 3. Schnitt aus dem hintern Leibesende des Embryo IV. 3. Der Schnitt liegt im Endabschnitt fast in der Medianebene und weicht im Uebrigen etwas rechts von derselben ab.

f; r; a wie in Fig. 1. a. s. m.; s. u.; g. h.; a. p. wie in Fig. 2.
d. W. d. = rechter WOLFF'scher Gang.
d. M. d. = rechter MÜLLER'scher Gang.
v. i. c. s. = Vena iliaca communis sinistra.
v. s. m. d. = Vena sacralis media dextra.
cdr. = Caudalrudiment.

Fig. 4 und 5. Zu derselben Serie wie Fig. 3 gehörig. Der Schnitt der Fig. 4 liegt in der Medianebene und ist durch einen Schnitt von dem der Fig. 3 und durch drei Schnitte von dem der Fig. 4, der links neben der Medianebene liegt, getrennt.

Fig. 6. Frontalschnitt (aus dreien combinirt) aus dem Segment der Wirbelsäule des Embryo IV. 3, welcher dem in Fig. 3 dargestellten Endabschnitt vorhergeht.

Fig. 7. Querschnitt durch den 20. Wirbel des Embryo IV. 2 A rechte Hälfte.

Fig. 8. Querschnitt durch den 20. Wirbel des Embryo IV. 5 rechte Hälfte. Die Fig. zeigt, dass der auf den Querfortsatz zu beziehende Theil des Seitenfortsatzes aus intercellularsubstanzreicherem Knorpel besteht.

Fig. 9. Querschnitt durch den 21. Wirbel des Embryo IV. 1 A, linke Hälfte.

Fig. 10—12. Zu derselben Serie gehörige Sagittalschnitte aus dem Endabschnitt der Wirbelsäule des Embryo III. 3. 10 liegt in der Medianebene, 11 durch 5 Schnitte getrennt links neben derselben, 12 folgt durch einen Schnitt getrennt auf 11.

Fig. 13. cdr. Caudalrudiment eines Chimpanzé.

Fig. 14. Aus drei aufeinander und den der Fig. 1 folgenden, annähernd sagittal liegenden Schnitten combinirter Medianschnitt des Endabschnitts der Wirbelsäule des Embryo I., die mit A, B und C bezeichneten Theile der Fig. gehören den einzelnen Schnitten an.

Fig. 15. Das in Fig. 3 dargestellte Caudalrudiment bei stärkerer ($\frac{32}{1}^0$) Vergrösserung.

Fig. 16—26. Zu einer Serie gehörige Querschnitte aus dem distalen Theil der Wirbelsäule des Embryo III. 2. In Betreff der Lage der Schnitte 16—24 vergl. Holzschnitt pag. 108. In Fig. 16 ist die verschiedene Beschaffenheit des Knorpelgewebes in dem auf ein Costalrudiment sich beziehenden Theil des Seitenfortsatzes und des Bogens angedeutet. In Fig. 25 ist der 34. Wirbel in

seinem ventral von der Chorda gelegenen Theil getroffen, in Fig. 36 geht der Schnitt durch die zu beiden Seiten neben der Chorda gelegenen noch nicht verschmolzenen Theile der bilateralen Anlage des 34. Wirbels.

Fig. 27. Querschnitt durch die linke Hälfte des 25. Wirbels des Embryo IV. 1 A. Die bereits voluminöser gewordene rudimentäre Rippe ist durch die Stellung und Beschaffenheit der Knorpelzellen gegenüber der Seitenfläche des Körpers des Wirbels, dem Bogen und dem kaum angedeuteten Querfortsatz deutlich abgrenzbar; in der Fig. das verschiedene Alter des Knorpelgewebes angedeutet.

Fig. 28. Sagittalschnitt aus der Pars lateralis des Sacrum rechte Seite, der zugleich die Seitenfortsätze der beiden nächst präsacral gelegenen Wirbel an ihrer Basis getroffen hat, daher der dorsal gerichtete Abschnitt des Bogens zum Theil sichtbar. Vom Embryo IV. 3 A. Die den einzelnen Wirbeln zukommenden Antheile der Pars lateralis durch Einkerbungen des Randes der Schnittfläche markirt.

Fig. 29. Dem der Fig. 28 correspondirender aber der Medianebene etwas näher liegender Sagittalschnitt. Embryo IV. 2.

Fig. 30. Frontalschnitt aus der linken Hälfte des in Fig. 29 abgebildeten Wirbelsäulenabschnitts.

s. c. l. = Ligamentum sacrococcygeum laterale.

Auf mehrere der Figg. 31—39 Bezug habende Bezeichnungen.

R = Radius.
U = Ulna.
r = Radiale.
i = Intermedium.
u = Ulnare.
c = Centrale.
c^1 = Carpale 1.
c^2 = Carpale 2.
c^3 = Carpale 3.
c^{4+5} = Carpale 4+5.
Mc I, II, V = Metacarpale I, II, V.
fl. c. r. = Sehne des M. flexor carpi radialis.

Fig. 31. Dorsovolarschnitt aus dem linken Carpus des Embryo IV. 3
Fig. 32. - - - - - - - IV. 4
Fig. 33. - - - - - - - V.
Fig. 34. - - - - - - - VI.

} Die Schnitte liegen annähernd in der gleichen Dorsovolarebene.

Fig. 35. Fünf Radialia aus dem rechten Carpus erwachsener Menschen in der Ansicht von der radialen Seite.

Fig. 36. A: Carpale 1, 2, 3 und B: Radiale aus demselben (rechten) Carpus eines erwachsenen Menschen; die drei ersteren in der Ansicht von der dorsalen Seite, wobei dieselben zugleich um die Queraxe des Carpus eine geringe Drehung mit dem proximalen Ende dorsalwärts erfahren haben. Das Radiale in der Ansicht von der radialen Seite.

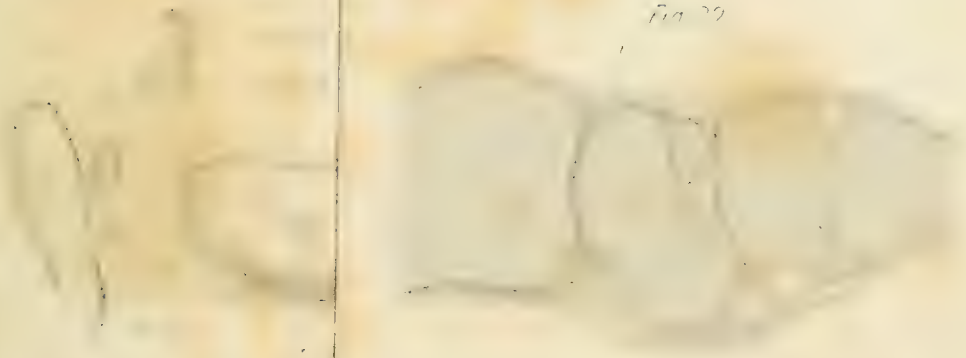
Fig. 37. Die gleichen Bestandtheile wie in Fig. 36, in derselben Situation dargestellt aus dem rechten Carpus eines anderen Individuums. A und B wie in Fig. 36.

Fig. 38. Flächenschnitt aus dem rechten Carpus des Embryo IV. 3.

Fig. 39. Flächenschnitt aus dem linken Carpus eines Embryo der Katze (Stad. II.).

Fig. 11.

Fig. 12



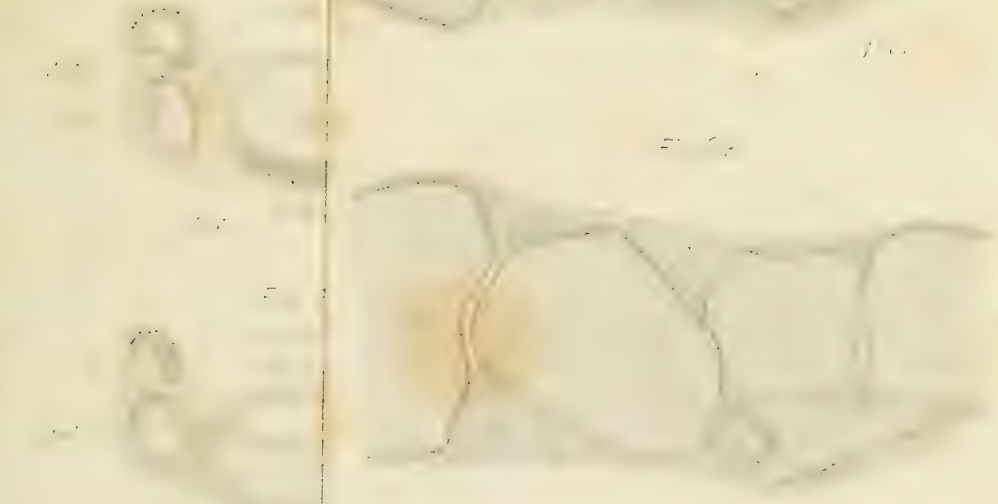


Fig. 37.

A

B

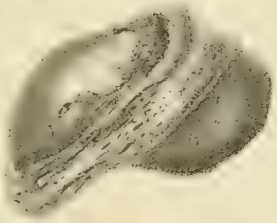
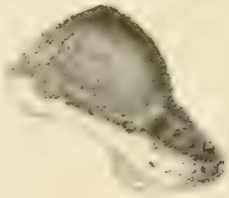
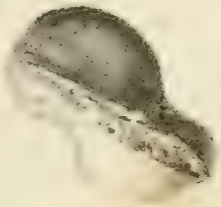


Fig. 35.

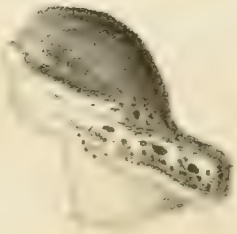
A



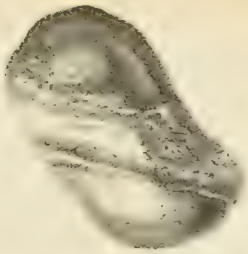
B



C



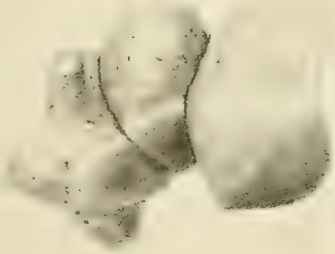
D



E

Fig. 36.

A



B

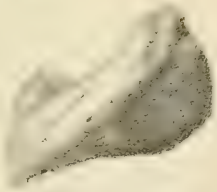
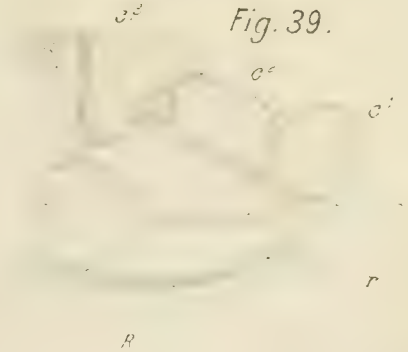


Fig. 38.

Fig. 39.



A. Rosenberg del

Zur Anatomie der Faulthiere (Bradypodes).

Von

Prosector Dr. B. Solger.

Aus dem anatomischen Institut zu Breslau.

(Hierzu Fig. 1 u. 2 auf Taf. VI.)

Die seit WIEDEMANN[1]) bestimmter constatirte Thatsache, dass bei Bradypus-Arten die Zahl der Halswirbel auf 8 und 9[2] steigt, hat im Laufe der Zeit von verschiedenen Forschern verschiedene Deutung erfahren. Zwei Ansichten stehen sich gegenüber: die eine, als deren Vertreter ich BAER, JOH. MÜLLER, DE BLAINVILLE und RAPP nenne, erkennt die 8 oder 9 ersten Wirbel als echte Halswirbel an; auf der andern Seite — und hier sind TH. BELL und GEGENBAUR aufzuführen — wird die Vermehrung der Halswirbelsäule um 1 oder 2 Segmente »aus dem Uebergange von Brustwirbeln in den Halsabschnitt« erklärt, »ebenso wie eine Verminderung auf 6 bei Choloepus und dem australischen Manati aus einer vollständigeren Entwicklung der Rippe des siebenten Halswirbels ableitbar ist[3]«. Eine vermittelnde Stellung in dieser Frage nimmt gewissermassen MECKEL[4]) ein, der sich freilich vorsichtig genug äussert.

---

[1]) S. J. F. MECKEL, System d. vergl. Anat., 2. Th., 2. Abth. pag. 274. — MILNE EDWARDS (Leçons sur la physiol. etc., Band 12, 2. Abth. pg. 338) schreibt übrigens CUVIER die erste Beobachtung zu.

[2]) An einem von RAPP (Anat. Unters. üb. d. Edentat. 1843, pg. 18) untersuchten Skelet von »Br. cuculliger Wagl.« sind sogar 10 Halswirbel gezählt worden.

[3]) GEGENBAUR, Grundriss d. vergl. Anat. 1874, pg. 442.

[4]) l. c. pg. 275.

»Vielleicht, heisst es, ist sogar der untere (d. h. der neunte) Halswirbel des Aï mehr erster Rückenwirbel als Halswirbel«, und so würde denn nach MECKEL die Zahl der Halswirbel der Säuger nur zwischen 6 und 8 schwanken. Die früher (1811) von demselben Autor[1]) aufgestellte Deutung der »Mehrzahl« der Halswirbel beim Aï (Br. tridactylus), wonach dieses Verhalten im Verein mit andern Puncten als Vogelähnlichkeit aufgefasst wurde, die ihn zwischen Säugethiere einerseits und Vögel und Reptilien andrerseits stellen sollte, findet sich später nicht mehr erwähnt.

Ich schliesse mich der von BELL und GEGENBAUR vertretenen Ansicht an. Gerade der Umstand, dass innerhalb einer Familie alle Zahlen von dem Minimum bis zum Maximum der bei Säugethieren überhaupt beobachteten Schwankungen vorkommen, weist darauf hin, dass eine befriedigendere Erklärung gesucht werden muss, als die ist, welche die Annahme einer verschiedenen Gliederung desselben Abschnittes der Wirbelsäule zur Voraussetzung hat. Denn wenn dies auch von den Vertretern der zuerst erwähnten Meinung nicht direct ausgesprochen wurde, ein anderer Gedanke kann einem der gewichtigsten derselben, JOH. MÜLLER, kaum vorgeschwebt haben, als er in der Myxinoiden-Anatomie[2]) »BELL's Ansicht, als habe das (dreizehige) Faulthier die gewöhnliche Anzahl der Halswirbel und seien der achte und neunte Halswirbel schon Rückenwirbel mit Rudimenten von falschen Rippen«, für unrichtig erklärte. Auch an einem andern Orte[3]) bei Besprechung der Controverse DE BLAINVILLE's mit TH. BELL über denselben Gegenstand beruft sich JOH. MÜLLER auf die Erledigung, die derselbe schon früher in seinem grossartigen Werke gefunden habe. Den Beweis für seine Deutung findet er in der beim menschlichen Foetus, wie beim Faulthiere gleichartigen Verknöcherung der ventralen Schenkel an den Querfortsätzen der letzten Halswirbel. Der selbstständige Knochenkern, der hier auftritt, wird als Rippenrudiment aufgefasst und die Uebereinstimmung dieses Verhaltens als Beweis für die Gleichwerthigkeit der letzten Halswirbel, hier sowohl wie dort, verwerthet. Nun lassen sich aber eben dieselben Thatsachen, wie mir scheint, mit viel grösserer Berechtigung als Argumente für die zweite Ansicht benutzen. Es kann aus der Stammesgeschichte der Säugethiere

[1]) J. F. MECKEL, Beitr. z. vergl. Anat., 2. Bd., 1. H., pg. 131.
[2]) Abhandl. d. K. Acad. d. Wiss. z. Berl. 1836, pg. 301.
[3]) MÜLLER's Archiv f. Anat. etc., Jahrg. 1840, pg. CXCIV.

der Nachweis geführt werden, dass diese jetzt rudimentären Halsrippen bei den Voreltern derselben wirkliche bewegliche Rippen darstellten. »Bei den Säugethieren«, um mit GEGENBAUR's[1] präcisen Worten zu reden, »sind die Halsrippen — vollständig in die Wirbel aufgegangen und nur in der selbstständigen Verknöcherung macht sich das ursprüngliche Verhältniss deutlicher bemerkbar, sowie auch hin und wieder am letzten Halswirbel eine freie Rippe erscheint«. Finden sich nun bei Bradypus auch an dem 8., resp. 9. Wirbel Halsrippen vorstellende Rudimente, während dagegen bei Choloepus Hoffmanni Peters[2] schon der 7. Wirbel eine bewegliche Rippe trägt, so ist es gewiss nicht zu kühn zu behaupten, derselbe Vorgang, der bei den Säugethieren im Allgemeinen zur Verkümmerung der ersten ursprünglich beweglichen Rippen bis zum 7. Halswirbel führte, habe innerhalb der Familie der Faulthiere theils eher sistirt (Choloepus Hoffmanni), theils weiter gegen das Körperende hin vorgegriffen (Bradypus), und zwar hier mit demselben Effect wie bei den übrigen Mammalia, weil die folgenden (8. u. 9.) Wirbel unter gleiche Verhältnisse geriethen, wie die letzten der sog. »echten« Halswirbel. Die Halswirbelsäule vom Bradypus repräsentirt daher dem Verhalten von Choloepus Hoffmanni, sowie der Siebenzahl fast aller übrigen Säugethiere gegenüber den späteren Zustand, und palaeontologische Thatsachen stehen mit dieser Auffassung im Einklange. So weist nach OWEN[3] keines der ausgestorbenen Urfaulthiere mehr als 7 Halswirbel auf.

Der 8. und 9. Wirbel bei Bradypus ist also trotz der ungewöhnlichen Gestaltung der Rippe dem 8. und 9. Wirbel aller übrigen Säugethiere, d. h. dem 1. und 2. Brustwirbel mit beweglichen Rippen vollkommen homolog, oder — da die Homologie vom Atlas, beziehungsweise Epistropheus von Niemandem als ungiltig angesehen wird und ferner die Reihen-Homologie der 5 folgenden »echten« Halswirbel aus dem eben Auseinandergesetzten ohne Weiteres folgt, — mit andern Worten: In der ganzen Säugethierreihe sind bis zum 9. Wirbel incl. die Wirbel gleicher Ordnungszahlen (also der 1. dem 1., der 2. dem 2., der 5. dem 5. u. s. f.) untereinander streng homolog, mögen sie beweg-

[1] GEGENBAUR, Grundzüge d. vergl. Anat. 1870, pg. 620.

[2] S. FITZINGER, die Arten d. nat. Fam. d. Faulth. im LXIII. Bd. d. Sitzb. d. K. Acad. d. Wiss. in Wien (1871).

[3] R. OWEN, Anat. of vertebr., vol. II., pg. 400

liche Rippen tragen oder nicht. Wir werden später Gelegenheit haben, auf diesen Satz zurückzukommen, der die Annahme einer durch zwei fixe Puncte (Os basilare occip. und 1. Brustwirbel) umschriebenen Halswirbelsäule und damit im Zusammenhang die Annahme einer verschiedenen Gliederung dieses Abschnittes oder Verschmelzung (— nicht Verwachsung!) und Ausfall[1]) gewisser Segmente als Ursachen der Zahlendifferenzen desselben ausschliesst.

Während also die Halswirbelsäule der Edentaten und speciell die von Bradypus vielfache Berücksichtigung gefunden hat, so gilt das keineswegs in gleichem Maasse von den zugehörigen Spinalnerven, die doch die phylogenetisch älteren und wichtigeren Gebilde repräsentiren. Der Plexus brachialis von Choloepus ist, soviel mir bekannt, bisher nicht beschrieben worden, und auch die Literaturangaben, die auf die gleichen Nerven vom Aï sich beziehen, scheinen sich auf die Bemerkungen von Baer und Rapp zu beschränken. Dem erstgenannten Autor zufolge[2]) bilden die 5 letzten Halsnerven mit dem ersten Rückennerven das Armgeflecht. Der Umstand, dass »der plexus brachialis seine unterste Wurzel aus dem Zwischenraum der ersten und zweiten wahren Rippen zieht«, wird von Baer als Beweis für die, wie schon erwähnt, von ihm gebilligte Deutung des neunten Wirbels als eines Halswirbels angesehen. In gleichem Sinne spricht sich Rapp[3]) aus, der das Armgeflecht aus den 4 letzten Cervicalnerven (7. 8. 9. und 10.) und dem 1. Dorsalnerven entstehen lässt. In neuerer Zeit hat der Plexus brachialis und die Musculatur des Schultergürtels der Wirbelthiere von den Amphibien aufwärts durch M. Fürbringer[4]) eine genaue Bearbeitung gefunden, die jedoch erst zum Theil publicirt ist. Die verschiedene Tendenz, welche diese Zeilen verfolgen, sowie die von Fürbringer's Gesichtspunct beträchtlich abweichende Anschauung, die hier vorgetragen werden soll, rechtfertigen es, dass dieselben Gebilde zum Ausgangspunct genommen werden, deren Darstellung von anderer Seite vielleicht in Kürze zu erwarten steht.

Zunächst einige Worte über das Untersuchungsmaterial. Es stand mir durch die Güte des Herrn Professor Hasse, dem ich hier-

---

[1]) Im Sinne Fürbringer's (Zur vergl. Anat. d. Schultermuskeln, Jenaische Ztschr., Bd. 7, pg. 287. Anm. 1).

[2]) S. Meckel's deutsch. Arch. f. d. Phys., 8. Bd., pg. 354 flgd.

[3]) l. c. pg. 18.

[4]) l. c.

mit meinen aufrichtigen Dank ausspreche, je ein Exemplar von Choloepus didactylus und Bradypus tridactylus zu Gebote, ersteres intact, letzteres von früherher durch Darstellung der Musculatur und Bloslegung des Plexus brachialis theilweise verletzt, weshalb hier einige neurologische Detailangaben theils fehlen, theils nicht mit der wünschenswerthen Genauigkeit wiedergegeben werden konnten. Es wird kaum nöthig sein, noch ausdrücklich zu bemerken, dass auch die genaueste Präparation eines Exemplars irgend einer Thierspecies nicht beanspruchen kann, ein für allemal das normale Verhalten festgestellt zu haben.

Die untersuchten Thiere zeigten folgende Maasse: Ch.[1] von der Schnauze bis zur Schwanzspitze 30, Br.[1] 34 cm. Bei Ch. hatten vordere und hintere Extremität beiläufig dieselbe Länge (ca. 20 cm); bei Br. mass die vordere 31, die hintere 23 cm; das Verhältniss derselben zu einander stellt sich also wie 135 : 100. Nach Baer[2] verhält sich die »Summe von Ober- und Unterarm zum Ober- und Unterschenkel« im erwachsenen Aï wie 155 : 100, im jungen wie 175 : 100.

Die Anordnung des Stoffes ist durch die Gruppirung der Aeste des Plexus brachialis, wie ich sie bei Fürbringer[3] finde, gegeben. Ich folge ihm fast in allen Puncten und unterscheide nach ihm: 1) Nn. thoracici superiores, »dem menschlichen N. dorsalis scapulae und N. thoracicus posterior s. lateralis« entsprechend, 2) Nn. brachiales superiores, »Homologe der menschlichen Nn. subscapulares, N. cutaneus brachii internus minor (mit Beschränkung), N. axillaris und N. radialis«, 3) Nn. brachiales inferiores und Nn. thoracici inferiores, »zu vergleichen den menschlichen Nn. thoracici s. pectorales anteriores, N. cutaneus brachii internus major s. medius, N. musculo-cutaneus, N. medianus und N. ulnaris (mit Beschränkung); von den Nn. thoracici s. pectorales anteriores kann der zum M. subclavius gehende Ast als specielles Homologon der Nn. thoracici anteriores aufgefasst werden« (Fürbringer). Eine Bemerkung bezüglich der Aufführung des N. suprascapularis, den Fürbringer bei Aufzählung der menschlichen Nerven nicht speciell erwähnt, sowie des N. cutaneus brachii internus

---

[1] So sei in Zukunft, wo Missverständniss unmöglich, Choloepus didactylus und Bradypus tridactylus der Kürze halber bezeichnet.

[2] l. c. pg. 354.

[3] l. c. pg. 254, u. Anm. 2.

minor innerhalb der zweiten Gruppe (Nn. brachiales sup.) mag bei der Schilderung der genannten Nerven selbst Platz finden.

Der vorderste Nerv, der bei Choloepus in Beziehung zum Plexus brachialis tritt, ist der 4. Cervicalnerv. Er sendet (Fig. 1) einen ansehnlichen Verbindungsast nach hinten zum ventralen [1]) Ast des folgenden Halsnerven, der dann mit dem 6. Cervicalnerven den vordern Theil des Armnervengeflechts darstellt. Die zweite, mehr gegen das Körperende gelegene Hälfte des Plexus wird von Fasern des 7. und 8. Cervical-, sowie des 1. Dorsalnerven gebildet, die an Stärke unter sich ziemlich gleich sich verhalten. Zu ihnen gesellt sich ein schwacher Ast vom 2. Dorsalnerven. Die vordere (diese freilich erst nach Abgabe der Nn. thoracici posteriores, sowie des N. suprascapularis und eines Theils der Nn. subscapulares) wie die hintere Partie des Geflechts spaltet sich in einen dorsalen und ventralen Theil, die ihrerseits wieder zu zwei Hauptstämmen (Fig. 1, *A* und *B*) sich verbinden. Der Nervenstrang *A* ist also das Product der Vereinigung jenseits der Plexusbildung sich wieder abzweigender, dorsaler Aeste beider Hälften des Armnervengeflechts und enthält somit Fasern aus allen am Plexus sich betheiligenden Spinalnerven. In gleicher Weise wird der Stamm *B* von den zwei ventralen Hauptästen zusammengesetzt [2]).

Wesentlich ebenso gestaltet sich die Anordnung des Plexus und seiner Aeste bei Bradypus tridactylus [3]), nur dass hier Nerven anderer Ordnungszahlen das Geflecht hervorgehen lassen. Die vordere Partie desselben, bei Ch. von einem Aste des 4., und vom 5. und 6. Cervicalnerven gebildet, gehört hier dem 7. und 8. an (Fig. 2). Der 6. Cervicalnerv gibt, wenn er überhaupt, wie Baer angibt, in Beziehung zum Geflecht tritt, wohl nur einen sehr geringen Theil seiner Fasern dahin ab. Bei dem Zustande, in dem das Exemplar von Br. sich befand, war es mir leider versagt, die Betheiligung des 6. Spinalnerven am Plexus brachialis exact nachweisen zu können. Der 9., 10. (hinter dem wegen der Jugend des Thiers noch knor-

[1]) Auch später sind, wenn die verschiedenen Wurzeln des Armgeflechts der Kürze des Ausdrucks halber als 5., 6. etc. Spinalnerv schlechtweg bezeichnet werden, nur die ventralen Aeste derselben gemeint.

[2]) Beiläufig sei hier zweier Wurzeln des N. phrenicus gedacht, die aus der ventralen Fläche der Schlinge zwischen 5. und 6. Cervicalnerv stammen und mit der vom 4 C.-N. sich abzweigenden zu einem gemeinsamen Stamm zusammentreten.

[3]) Ueber die Angaben von Baer und Rapp s. ob.

peligen und beweglichen Ripdenrudiment hervortretend), 11. (1. Intercostalis) Spinalnerv und ein Aestchen vom 12. (2. Intercostalis) vereinigen sich zur hinteren Hälfte des Plexus. Die nochmalige Verschmelzung dorsaler Fasern zu einem Strang *A* und ventraler Fasern zu einem Stamm *B*, die somit Fasern aus allen den Plexus constituirenden Nerven führen werden, tritt auch hier auf. Ebenso zweigen sich nach der Bildung des erstgenannten Stranges ab: der N. dorsalis scapulae (aus dem 8. Cervicalnerven stammend), der N. suprascapularis (aus dem 7.) und ein mit zwei Wurzeln entspringender N. subscapularis (aus der Ansa zwischen 7. und 8. Cervicalnerven). Ueber den N. thoracicus posterior, sowie über etwaige Ursprünge des N. phrenicus aus den im Plexus aufgehenden Cervicalnerven kann ich keine sicheren Angaben beifügen.

I. Nn. thoracici superiores.

1. N. dorsalis scapulae.

Die frühzeitige Abzweigung des Nerven bei Ch., wie Br. wurde bereits erwähnt. Er endet im M. rhomboideus, der bei Ch. von den Dornfortsätzen der letzten Halswirbel und der 4 ersten Brustwirbel, bei Br. von den Dornfortsätzen des 2.—5. Brustwirbels entspringt. Er wird an der Ursprungsstelle von hinteren Aesten der oberen Intercostalnerven durchsetzt. Ansatz: Basis scapulae.

2. N. thoracicus posterior.

Entspringt bei Ch. mit 3 Wurzeln, von denen 2 aus dem 5., eine aus dem 6. Cervicalnerven stammt, und zwar von der dorsalen Oberfläche derselben. Die Muskelmasse der scaleni wird von diesen Zweigen durchsetzt, die dann erst zu einem Stamm sich vereinigen und im M. serratus anticus major endigen. Dieser Muskel entspringt bei Ch. von den unteren Halswirbeln, und zwar von den hinteren Höckern der Querfortsätze und von den 8 ersten Rippen, um an der Basis scapulae seinen Ansatz zu erreichen. Bei Br. fand ich ihn von dem dorsalen Höcker des 8. Halswirbels, von dem Rippenrudiment des 9. und von der 1.—8. Rippe entspringen, also trotz der gleichen Zahl der Rippen nicht gleichen Ursprungs mit dem gleichnamigen Muskel bei Choloepus. Der vordere (Hals-) Abschnitt des

Muskels ist als M. levator anguli scapulae gedeutet worden. So sagt Meckel[1]: »Beim Aï fehlt er, oder geht blos als ein sehr kleiner dünner Muskel, den man kaum vom vorderen Theile des grossen vordern Sägemuskels unterscheiden kann, an die zwei letzten Halswirbel«. Auch bei Hyrtl (Anat. d. M.) finde ich eine hierhergehörige Angabe bei der Schilderung des menschlichen Schulterblatthebers, der »bei vielen Säugethieren mit dem Serratus anticus major zu einem Muskel verwachsen« sei. Aus der obigen Schilderung geht hervor, dass mit dem Herabrücken des Schultergürtels gegen das Körperende hin bei Br. ein Herabsinken der Ursprungsstellen des Schulterblatthebers oder des Halsabschnitts des M. serratus Hand in Hand geht. Ob dieses Verhalten besser als Folge der Lageveränderung des Schultergürtels oder als mitwirkende Ursache aufzufassen sei, lasse ich dahingestellt.

II. Nn. brachiales superiores.

Ein eclatantes Beispiel gleicher Abzweigung aus dem Plexus und gleicher Verlaufsbahn bei Ch. und Br. liefern, trotzdem in beiden Fällen Spinalnerven verschiedener Ordnungszahl das Geflecht herstellen, die Nn. subscapulares, so dass eine Beschreibung für beide gilt. Von 3 verschiedenen Orten spalten sie sich ab: 1) aus dem oberen Umfang des Anfangstheils des Stammes A, 1—2 Stämmchen zum M. subscapularis; 2) vom unteren Umfang des Stammes A, nach der Entstehung der vorigen, ein langer Ast, der für den M. teres major Fasern abgibt und hierauf in der Nähe des vorderen Randes des M. latissimus dorsi in diesen Muskel sich einsenkt; 3) aus der Bahn des N. axillaris, der übrigens selbst wieder einen Ast des Stammes A darstellt. Unmittelbar bevor der N. axillaris, den hinteren Rand des M. subscapularis kreuzend, dorsalwärts sich wendet, zweigt sich ein feines Stämmchen ab, das in dem genannten Muskel, unweit seiner Insertionsstelle endet. Vom M. subscapularis bei Ch. ist nichts Besonderes zu berichten, wohl aber erfordert die tiefe Portion des Muskels bei Br., wie ich sie vorläufig nennen will, eine eingehendere Berücksichtigung. Hier entspringt, vom übrigen Muskelbauch getrennt, und theilweise vom hinteren äusseren Rand

[1]) l. c. pg. 478.

desselben überlagert, von dem lateralen Drittel des hinteren, äusseren Scapularrandes ein schmächtiger Muskelstreif, mit horizontal nach aussen und ventral von der Ursprungssehne des langen Kopfes des Triceps verlaufenden Fasern, die sehnig geworden, mit der Kapsel des Schultergelenks verschmelzen. Ein Nervenstämmchen, aus der Bahn des N. axillaris stammend, tritt, wie schon erwähnt, in denselben ein, ein zweites von gleichem Ursprung tritt in die übrige Hauptmasse des M. subscapularis ein. Welche Bedeutung kommt nun diesem durch Innervation und gesonderten Ursprung von dem übrigen Muskel getrennten Gebilde zu?

Von Henle[1]) wird eines accessorischen, durch Theile zuerst beschriebenen Subscapularis des Menschen gedacht, »welcher vom lateralen Rande des Schulterblatts vor dem M. anconeus longus entspringt und in die Gelenkkapsel oder über dieselbe zum Armbein geht, wo er sich zwischen dem M. subscapularis und teres major befestigt«. Ich stehe nicht an, diesen M. subscapulo-capsularis, wie er bei Macalister[2]) heisst, als das Homologon der tiefen Portion des M. subscapularis beim Aï zu betrachten, wenn auch Meckel[3]) den M. teres minor darin sehen will. Denn er hat offenbar diesen eben besprochenen Theil des M. subscapularis im Auge, wenn er den »kleinen runden Muskel« folgendermassen beschreibt: »Beim Aï ist er nicht sehr deutlich vom Unterschulterblattmuskel getrennt, viel kleiner als der äussere«. Nun ist aber der M. teres minor bei Choloepus wie beim Menschen dorsal vom langen Kopf des Triceps gelagert, während er bei Bradypus — Meckel's Deutung als richtig vorausgesetzt — ventral vor demselben vorbeiziehen würde. Obwohl nun auf die Aenderung der topographischen Anordnung der Muskeln an und für sich nicht zu grosses Gewicht zu legen ist, und es sich auch wohl denken lässt, wie durch successives Verrücken der beiderseitigen Muskelursprünge das bei Br. geltende Verhalten von dem Ch. eigenen abgeleitet werden kann, so ist doch nicht ausser Acht zu lassen, dass wir es mit nahe verwandten Formen zu thun haben, welche, soweit die vorliegenden Untersuchungen es zu übersehen gestatten, in den Lagerungsbeziehungen der Muskel zu einander gut übereinstimmen. Das sonst bei Aufstellung der Homologie der Muskeln wichtigste Moment gleicher Innervation, bei

---

[1]) Henle, Anat. d. M., Muskell. pg. 183.

[2]) l. c.

[3]) l. c. pg. 513.

Plexusbildung, wie weiter unten auseinandergesetzt werden soll, auch für die dem Geflecht entstammenden Nerven gleicher Verlaufsbahn, die aber verschiedenen Spinalnerven angehören können, zu verstehen, lässt hier im Stich. Der Nerv gleichen Verlaufs, hier der N. axillaris, gibt bei Ch. wie bei Br. zunächst Fasern zum M. subscapularis ab, bei Br. aber ein gesondertes Aestchen zu der tiefen Portion desselben, das recht wohl als motorischer Ast zu einem M. teres minor, der ja sonst dem Verbreitungsgebiet des Axillarnerven angehört, gedeutet werden könnte. So scheint mir denn das wenn auch nur als Varietät beobachtete Vorkommen eines accessorischen M. subscapularis oder M. subscapulo-capsularis beim Menschen bei gleichzeitiger Ausbildung eines M. teres minor für die Entscheidung der Frage wichtig genug. Ch. und Br. würden also je einen der Muskeln aufweisen, die beim Menschen unter Umständen beide sich finden.

M. latissimus dorsi. Entspringt bei Ch. sehnig von den Dornfortsätzen der letzten Brustwirbel (vom 6. abwärts) und der Lendenwirbel, mit fleischigen Zacken von der 11.—13. Rippe.

Bei Br. lässt ihn Meckel[1]) »von der bei weitem grössern hintern Hälfte der Wirbelsäule und acht Rippen, der dritten bis zehnten von hinten an« entspringen. Es würde also — 15 Rippen angenommen — die 13.—6. Rippe gemeint sein. Meckel rechnet hierher ohne Zweifel Theile des M. pectoralis major, wie aus der Beschreibung dieses Muskels ersichtlich sein wird. Ursprungszacken des breiten Rückenmuskels kann ich nur für die 9.—13. Rippe bestätigen. Vom M. teres major ist nichts Bemerkenswerthes zu berichten.

2. N. suprascapularis.

Von Fürbringer (l. c.) unter den menschlichen Nerven nicht ausdrücklich erwähnt. Ich gaube nicht fehl zu gehen, wenn ich ihn vor dem N. axillaris unter den Nn. brach. sup. besonders abhandle. Er stammt bei Ch. aus der Verbindungsschlinge zwischen dem 5. und 6., bei Br. aus der zwischen dem 7. und 8. Cervicalnerven. Durch ein dem vordern Rand der Scapula nahe gelegenes Loch gelangt er auf die Dorsalfläche des Schulterblatts und endet

[1]) l. c. pg. 502.

im M. supra- und infraspinatus. Bei Ch. geht bestimmt kein Ast desselben zum M. teres minor.

3. N. axillaris.

Vom Stamm *A* (Fig. 1 und 2) sich abzweigend, gelangt er, zwischen Oberarmknochen und dem langen Kopf des M. triceps durchtretend, den humerus umgreifend auf die Dorsalseite. Er endet bei Br. mit motorischen Fasern im M. deltoïdeus. Derselbe Muskel wird bei Ch. von ihm versorgt, und ausserdem, wenn ich dies auch nicht mit absoluter Sicherheit behaupten kann, der M. teres minor; ein beträchtlicher Ast geht, die Insertionsstelle des Deltamuskels durchsetzend, zur Haut der äussern Fläche des Oberarms.

M. deltoïdeus. Bei Ch. von der Spina scap., dem Acrom. und der Clavic. entspringend. Die medialen Fasern ziehen gerade nach abwärts, im Verein mit der oberflächlichen Portion des grossen Brustmuskels den Biceps brachii verdeckend. Weit mächtiger als bei Br., wo wegen des rudimentären Schlüsselbeins der Ursprung des Deltamuskels viel weniger ventralwärts ausgedehnt erscheint. Von dem ventralen Abschnitt zweigt sich bei Br. ein schmächtiges Bündel ab, das mit seiner strangförmigen Sehne an die des kurzen Kopfes des Biceps sich anschliesst. — M. teres minor, beim Aï fehlend, entspringt bei Ch., deutlich vom M. infraspinatus getrennt, vom lateralen Drittel des hinteren Scapularrandes, und überlagert, wie beim Menschen, den Ursprung des langen Tricepskopfes von der Dorsalseite her.

4. N. radialis.

Der nach Abgabe des N. axillaris merklich schwächer gewordene Rest des Stammes *A* verläuft bei Ch., nachdem er den hintern Rand des M. subscapularis überschritten hat, in eng gewundener Spirale von innen nach hinten lateral und unten um den humerus, dessen äussere Kante er beiläufig in der Mitte des Knochens erreicht. Er liegt nach Abgabe eines bedeutenden Hautastes in der Tiefe der Furche zwischen M. brachialis internus und M. supinator longus. Die von ihm am Oberarm abgegebenen motorischen Aeste sind ausschliesslich für den M. triceps bestimmt. — Im Wesentlichen gilt diese Beschreibung des N. radialis von Ch. auch für Bradypus tridactylus.

M. triceps. Bei Ch. ist die Grenze zwischen äusserem und innerem Kopf des Triceps, die ja theilweise mit der Bahn des N. radialis zusammenfällt, nicht so ausgesprochen, wie bei Br. Den accessorischen, vom Latissimus dorsi entspringenden Kopf, der, wie ich nochmals bemerken will, ebenfalls vom N. radialis versorgt wird, haben beide, wie die meisten Säugethiere MECKEL [1]. Er inserirt, wie es auch MECKEL vom Aï angibt, an dem untern Theil der innern Kante und dem Condylus internus humeri.

5. N. cutaneus brachii internus minor.

Ueber ihn kann ich nur von Ch. sichere Mittheilung machen. Er stellt hier den einzigen Nerven der zweiten Gruppe dar, welcher dem hintern Theil des Plexus entstammt. Aus der vom 8. und 9. Spinalnerven gebildeten Schlinge vor der Spaltung des hintern Abschnitts des Geflechts in eine dorsale und ventrale Partie entstanden, zieht er über den accessorischen Kopf des Triceps hinweg zur Haut der Innenfläche des Oberarms. An der Versorgung dieser Hautpartie betheiligt sich ein aus dem 2. Intercostalnerven stammender N. intercosto-humeralis.

III. Nn. brachiales inferiores und Nn. thoracici inferiores.

1. Nn. thoracici inferiores.

a) Zwei Nervenstämmchen, die aus dem hintern (untern) Umfang des Stammes *B* (Fig. 1 und 2) stammen, und bei Ch. wie bei Br. in dem gleich zu beschreibenden M. pectoralis major endigen. Aeste aus dem 6.—8. Intercostalnerven von Choloepus stammend gehen, die tiefe Portion des Muskels durchbohrend, zur Haut.

M. pectoralis major. Bei Choloepus wie bei Bradypus lassen sich, wie es auch beim Aï von MECKEL geschieht, zwei Portionen unterscheiden. Erstere entspringt wesentlich vom Sternum, letztere von den sternalen Enden der 2.—5. Rippe und mit einem gesonderten, schmächtigen Muskelbauch von der lateralen Fläche der 9.

---

[1] Beim Menschen von HALBERTSMA als Anconeus quintus beschrieben. HENLE, Mskel. pg. 195.

und 10. Rippe bei Ch., der 7. und 8. bei Br. Der zuletzt erwähnte Theil des Muskels wurde von MECKEL mit Unrecht zum Latissimus dorsi gezogen. Ein eigener Pectoralis minor fehlt, wenn nicht Theile der tiefen Portion das Homologon des bei andern Säugethieren getrennt und mit anderer Insertionsstelle auftretenden Muskels darstellen.

b) Der motorische Ast zum M. subclavius.

Er zweigt sich bei Ch. von der ventralen Fläche des Stranges *B* medial von den vorigen ab und dringt unweit der Ursprungsstelle auf der dorsalen Seite des Muskels in denselben ein. Beim Aï ihn darzustellen, ist mir missglückt.

M. subclavius. Bei Ch. setzt sich der von dem sternalen Ende der ersten Rippe fleischig entsprungene Muskel an das laterale Ende der Clavicula und den Processus coracoideus. Beim Aï nennt ihn MECKEL (l. c. pg. 443 »ziemlich stark, bei unvollkommenem — Schlüsselbein«.

Die nun folgenden Bemerkungen über den N. cutan. brach. med. und N. musculo-cutaneus beziehen sich ebenfalls nur auf Ch., da bei dem untersuchten Exemplar von Bradypus tridactylus beiderseits die tieferen Gebilde des Oberarms dargestellt waren.

2. N. cutaneus brachii medius.

Von dem medialen Theil des nach Abgabe der genannten Nerven noch übrig bleibenden Fasercomplexes *B* abstammend, verbreitet er sich als Hautnerv theils oberhalb des Condylus internus humeri in der Richtung nach hinten und unten, theils versorgt er die Haut an der Beugeseite des Vorderarms.

3. N. musculo-cutaneus.

Er stammt von dem lateralen Umfang des Stranges *B* (Fig. 1), durchsetzt den M. coraco-brachialis nicht, und gibt ebensowenig motorische Aeste an ihn ab, innervirt aber den Biceps und Brachialis internus. Das Ende des Nerven wird am lateralen Rand des Biceps angelangt Hautnerv. — Der M. biceps entspringt bei Ch. nur mit einer einzigen Sehne, die der des langen Kopfes beim Menschen entspricht, spaltet sich aber später, fleischig geworden, in zwei

Bäuche; der Biceps von Br., von Meckel genau beschrieben, hat zwei Ursprungsköpfe, einen langen und einen kürzeren.

4. N. medianus.

Er gibt ausser einem in der Höhe der Abspaltung des N. ulnaris sich abzweigenden feinen Aestchen (Choloepus zum M. coracobrachialis und dem nur bei Choloepus vorkommenden Coracobrachialis minor (nach der von Gruber[1]) so bezeichneten Muskelvarietät beim Menschen benannt) am Oberarm keine Zweige ab. Der motorische Ast für den M. coracobrachialis bei Br. fehlt mir. Im weiteren Verlauf zieht der Stamm des Medianus bei Ch. unter einer oberhalb des inneren Condylus des Oberarmbeins sich herüberspannenden Knochenbrücke hindurch, was bei dem untersuchten, noch jugendlichen Exemplar von Br. nicht der Fall ist.

5. N. ulnaris.

Den Rest des durch die Abgabe der im Vorhergehenden bezeichneten Nerven an Volumen stark verringerten Stranges *B* stellt der N. ulnaris dar. Sein Verbreitungsbezirk beginnt erst am Vorderarm; während seines Verlaufs am Oberarm durchsetzt er die Insertion des accessorischen Tricepskopfes schief nach hinten und unten.

Fragen wir nun nach den gegenseitigen Beziehungen, in denen die den Plexus brachialis bei den untersuchten Faulthieren constituirenden Spinalnerven zu einander stehen, so scheinen auf den ersten Blick verschiedene Deutungen möglich. Man könnte zunächst daran denken, hier einen der Fälle vor sich zu sehen, wie sie Fürbringer[2]) im Sinne gehabt hat, wenn er bei »schwankender Zahl der Wirbel« eines gewissen Abschnitts z. B. der Halswirbelsäule und dadurch »in primärer Weise unmöglich gemachter Bestimmung der homologen Intervertebrallöcher« durch »die nach ihrem Verlauf oft leicht erkennbaren Nerven die directe Homologie der Wirbel bestimmt« werden lässt. Nun sind aber, wie aus der in der Einleitung reproducirten von Bell und Gegenbaur vertretenen Ansicht hervorgeht, der achte und neunte Halswirbel vom Aï als modificirte Brustwirbel aufzufassen

[1]) Henle, l. c. pg. 191.
[2]) l. c. pg. 240 u. Anm.

und also dem ersten und zweiten Brustwirbel bei Choloepus als homolog zu erachten — trotz des bei beiden übereinstimmenden Verlaufs der zu den letzten Halswirbeln gehörigen Spinalnerven. So haben bei Choloepus die ventralen Aeste des 7., 8. und 9. Spinalnerven gleichen Verlauf mit den entsprechenden Theilen des 9., 10. und 11. Rückenmarksnerven bei Bradypus, und doch ist der Wirbel, hinter dem der an erster Stelle genannte Ast austritt, beim Krüppler der 6. (Hals-) Wirbel, beim Aï dagegen der 8. Wirbel, d. h. das Homologon des 1. Brustwirbels bei Choloepus. Da also die Homologie der Wirbel bis zum 9. incl. an beiden Gattungen der Familie der Faulthiere schon feststeht, und weder für die Annahme von Ausfall gewisser Segmente noch für die häufigere Gliederung innerhalb des Abschnitts der Halswirbelsäule Raum gegeben ist, so kann der Grund dafür, dass Spinalnerven verschiedener Ordnungszahlen in den Plexus brachialis derselben eingehen, nur in dem abweichenden Verhalten der Nerven selbst liegen. Somit werden nur mehr zwei Möglichkeiten in Betracht kommen können. (Es sei hier nochmals daran erinnert, dass die Halswirbelsäule und das Armnervengeflecht von Bradypus von dem primitiveren Verhalten bei Choloepus als später erworbener Zustand ableitbar ist.)

Entweder ist der Plexus in allen seinen Fasern beim Krüppler, wie beim Aï derselbe geblieben, und der Unterschied beruht nur darauf, dass beim dreizehigen Faulthier die Fasern durch vom Kopfende weiter entfernte Intervertebrallöcher austreten, oder die Fasern des Plexus sind nicht mehr dieselben, es sind vielmehr vordere Intercostalnerven in dem Maasse in demselben aufgegangen, als mittlere Cervicalnerven aus ihrer früheren Verbindung mit dem Geflecht gelöst wurden. Die ursprünglichen Nerven wären also theils verschwunden, theils modificirt.

Im ersteren Fall müssten beim Aï die Fasern innerhalb der Medulla nach abwärts verlaufen, um dann plötzlich an die Oberfläche zu gelangen; denn die Nerven treten hier, wie ich mich durch Abtragen der einen Bogenhälfte des 6., 7. und 8. Halswirbels überzeugen konnte, unmittelbar nach ihrem Abgang aus dem Rückenmark in die entsprechenden Zwischenwirbellöcher ein. Da nun bei Ch. das hinterste Foramen intervertebrale, das als Durchtrittsstelle für Fasern, die in den Plexus brachialis eingehen, dient, das 10., bei Br. das 12. ist, so müssten bei letzterem gleichzeitig mit der Beschlagnahme des 11. und 12. Intervertebralloches als Passage von Seite des Plexus die ehemaligen Intercostalnerven verdrängt und

gänzlich verschwunden sein. In gleicher Weise müsste die Ausbreitung der Austrittsstellen der Armnerven gegen den Brustraum hin eine Vermehrung der Passagen für die vordersten, nicht am Plexus brachialis betheiligten Spinalnerven von 4 auf 5 und 6 nach derselben Richtung hin im Gefolge gehabt haben.

So wenig Anhaltspuncte sich nun dafür gewinnen lassen, wie man sich den eben geschilderten Vorgang als bei Lebzeiten des Thieres allmälig erworben vorzustellen habe, so leicht scheint in der doppelten Gabelung des Plexus jenseits der zuerst eingegangenen Schlingenbildung, deren Anordnung einen kleineren vorderen und einen mächtigeren hinteren Abschnitt erkennen liess, der Hinweis für die Ableitung des bei Br. vorhandenen Verhaltens von der bei Ch. gefundenen Gestaltung geliefert zu sein.

Ich muss allerdings die Angaben einiger Anatomen, wonach »schlingenförmige, über das hintere Ende der Rippen herablaufende Verbindungen«[1]) zwischen den Intercostalnerven des Menschen, »am häufigsten zwischen dem zweiten bis vierten (C. Krause)« constatirt sind, auch für die Edentaten als gültig annehmen, obwohl ich nicht behaupten kann, den Nachweis derselben mit Messer und Mikroskop beigebracht zu haben. Allein man wird auch in dieser Thierordnung wie in allen übrigen der Säugethiere ihre Existenz annehmen dürfen, denn gerade im Rumpfabschnitt hat sich der ursprüngliche Zustand der Metamere, und also auch des Nervensystems am treuesten erhalten. Das Weiterschreiten der Plexusbildung bei Br. müsste man sich nun vorstellen als hervorgebracht durch Ausdehnung, wenn der von den Gefässanastomosen hergenommene Ausdruck hier Statt haben darf, dieser Verbindungsäste der Intercostalnerven, mit andern Worten, als eine Folge der Vermehrung dieser Leitungsbahnen, die mit dem Ausscheiden vorderer Cervicalnerven aus dem Plexus einhergeht. Dass die äussere Form des Geflechts sowie die Anordnung der Nerven jenseits desselben, d. h. das topographische Verhältniss der Wege, innerhalb deren die Leitung vor sich geht, wesentlich dasselbe bleibt wie bei Ch., wird aus der Beibehaltung der gleichen Function des versorgten Organs verständlich. Dass die ungewöhnliche Entwickelung der vordern Extremität bei Br. damit in Zusammenhang steht, dass dieselbe bei der gewöhnlichen Bewegung des Thieres, dem Klettern, verhältnissmässig den grössten Theil der

[1]) Henle, Anat. d. M., 3. Bd., 2. Abth., pg. 511. — Gegenbaur (l. c. pg. 536) hat weiter lateralwärts auftretende Ansae im Sinne.

Arbeit leisten muss, und dass dieser Umstand wieder Beziehungen zu dem von Ch. und den meisten übrigen Säugethieren abweichenden Verhalten des Armnervengeflechts und der Halswirbelsäule hat, ist wohl einleuchtend. Ein ähnliches, noch viel weiter gediehenes Herabrücken des Schultergürtels weisen auch die Vögel auf, bei denen ebenfalls die vordere Extremität bei der Bewegung in hervorragender Weise in Anspruch genommen wird. Und so ist es denn in der That gestattet, mit Meckel von einer Vogelähnlichkeit der Faulthiere zu sprechen, wenn man nur diesen Ausdruck nicht in phylogenetischem Sinne gebraucht, sondern nur auf den gleichen, von beiden unabhängig von einander erworbenen Vorgang hinweisen will. Die folgenden 4 schematischen Zeichnungen mögen zur Erläuterung des Gesagten dienen.

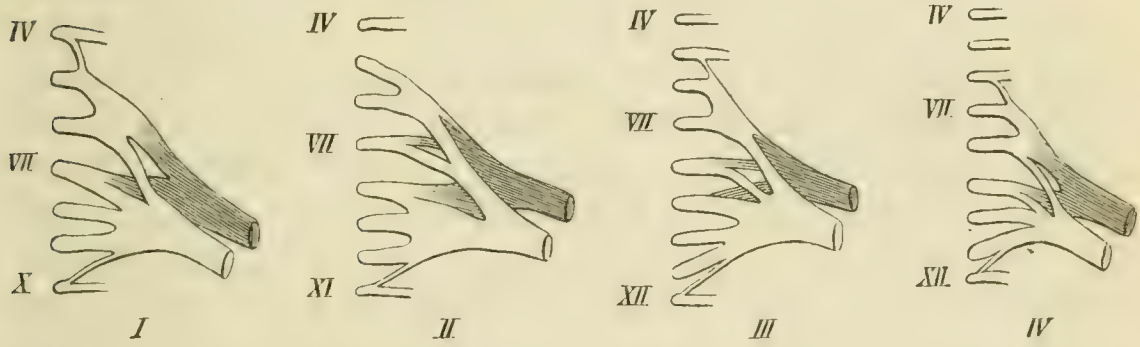


Fig. I stellt den Plexus von Ch. dar. Die dunkel ausgefüllten Contouren bedeuten hier wie in den folgenden Figuren den dorsalen, die hell gehaltenen den ventralen Theil des Geflechts; in beide gehen Fasern aller am Plexus betheiligten Nerven ein. Fig. II und III repräsentiren hypothetische Uebergangsstufen. In Fig. II ist zwar die Gesammtzahl der das Geflecht constituirenden Nerven dieselbe geblieben, allein die Verbindungsschlinge vom 4. zum 5. Spinalnerven ist gelöst und dafür die vom 10. zum 9. stärker entwickelt, und ebenso hat die Verbindung zwischen dem 10. und 11. Spinalnerven, als Intercostalnerven-Anastomose schon vorher vorhanden, an Stärke gewonnen. Gleichzeitig ist ein Uebergewicht des hintern Plexustheils durch ein engeres Anschliessen des 7. Spinalnerven an die vordere Partie des Geflechts vermieden, eine Lösung desselben aus der früher innigern Verbindung mit den folgenden Rückenmarksnerven hat stattgehabt. In Fig. III wiederholt sich derselbe hypothetische Vorgang, der aus sich die bei Bradypus tridactylus

(Fig. IV) beobachtete Gestalt des Plexus[1]) hervorgehen lässt. Die elementare Zusammensetzung der aus dem Geflecht hervorgehenden Nerven (z. B. des N. axillaris) ist eine andere geworden, das topographische Verhältniss der Wege zu einander ist wesentlich dasselbe geblieben. Damit wird die hervorragende Wichtigkeit der Innervation für die Bestimmung homologer Muskeln keineswegs geleugnet.

Die eben vorgetragene Hypothese steht mit der im Eingange als richtig erkannten Deutung des 8. und 9. Wirbels im Einklang. Es fragt sich nun: Sind auch die folgenden Wirbel der Reihe nach, wie sie sich an einander schliessen, homolog? Auch hier gehen wir von Choloepus aus, der nach dem von Bronn[2]) aufgestellten Satz von der »Reducirung homonymer Organe« in Bezug auf Br. den primitiveren Zustand repräsentirt.

Es folgen bei Ch. hinter dem 9. Wirbel (2. Brustwirbel) noch 21 oder 22 rippentragende Wirbel. Owen[3]) gibt folgende Uebersicht der Wirbelzahlen für die verschiedenen Regionen. Bei 7 Halswirbeln kommen vor: 23 Brust-, 3 Lenden-, 8 Sacral- und 4 Caudalwirbel oder 24 Brust- und 2 Lendenwirbel, oder endlich 23 Brust-, 4 Lenden- und 7 Sacralwirbel. In dem untersuchten Exemplar sind bei 7 Halswirbeln 23 auf beiden Seiten Rippen tragende Dorsalwirbel vorhanden, während mit dem folgenden (31.) Wirbel nur rechterseits eine rudimentäre Rippe durch Bandmasse in Verbindung steht. Dem entsprechend folgen auf den 10. Spinalnerven (2. Intercost. N.), dem wir schon bei der Besprechung des Plexus begegneten, noch 21 echte Intercostalnerven. Im Ganzen existiren also bei 23 Rippen ebensoviele Intercostalnerven, von denen der letzte (identisch mit dem 31. Spinalnerven) hinter dem 30. Wirbel austritt. Ueber den rechterseits am hinteren Rand des erwähnten Rippenrudiments verlaufenden 32. Spinalnerven kann ich leider keine bestimmten Angaben machen.

Die Wirbelformel von Bradypus tridactylus wird von Owen[4]) angegeben, wie folgt: C 9, D 16, L 3, S 6, Cd 11. In dem untersuchten Exemplar waren bei 9 Halswirbeln 15 Dorsalwirbel vorhanden.

---

[1]) Die zweifelhafte Verbindungsschlinge zwischen 6. und 7. Cervicalnerv ist hier eingezeichnet.

[2]) Bronn, Morpholog. Studien, pag. 409.

[3]) l. c. Bd. 2., pag. 400.

[4]) l. c. pag. 398.

Es folgten auf den 12. Spinalnerven, der, wie schon erwähnt einen Theil seiner Fasern zum Plexus sendet, noch 13 als Intercostalnerven sich verhaltende Spinalnerven. Der vorletzte (12.) Intercostalis (24. Sp. N.) gab schon einen feinen Ast zum Plexus lumbalis ab.

Wie nun an der Homologie des 8. und 9. Wirbels in beiden Familien der Faulthiere festgehalten wurde, trotz des verschiedenen Verhaltens der zugehörigen (9. und 10.) Spinalnerven, so werden auch die beiden folgenden Wirbel, d. h. der 10. und 11. Wirbel, als homolog betrachtet werden dürfen, trotzdem in dem einen Fall (Ch.) der 11. und 12. Spinalnerv reine Intercostalnerven, in dem andern (Br.) mehr oder weniger in den Plexus brachialis mit hereingezogen sind. Gleichartigkeit der nun folgenden Segmente wird natürlich die Homologie nicht nur nicht stören, sondern sie vielmehr ohne Weiteres augenfällig erscheinen lassen. In der That befinden sich, nach Ausschluss des mit dem Lendengeflecht in Verbindung tretenden 24. Spinalnerven und des zugehörigen Wirbels bei Bradypus, die nun auftretenden 11 ersten Metameren bei Ch. wie bei Br. in vollkommener Uebereinstimmung. Es sind somit auch der 12. bis 22. Wirbel incl. homolog. Die Bestimmung des Verhältnisses der folgenden Wirbel (vom 23. angefangen) und Spinalnerven (vom 24. an) zu einander, sowie die Aufstellung der Folgerungen, die sich für das Sacrum und die hintere Extremität überhaupt ergeben, wird vielleicht Aufgabe eines zweiten Aufsatzes sein.

Schliesslich mag das Resultat dieser Zeilen zusammengefasst werden in den Worten: Die Wirbel gleicher Ordnungszahlen bis zum 22. incl. sind bei Choloepus und Bradypus homolog. Die Homologie der Spinalnerven gleicher Ordnungszahl ist nur für den 13.—23. einschliesslich streng aufrecht zu erhalten. Die Homologie der 12 ersten Spinalnerven ist theilweise verwischt.

Breslau im December 1874.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1 und 2 auf Taf. VI.

Figur 1. Plexus brachialis von Choloepus didactylus. *v* 4 vierter Halswirbel, IV vierter Cervicalnerv, *v* 9 zweiter Brustwirbel, X zehnter Spinalnerv, *a* N. phrenicus, *b* N. dorsal. scap., *c* N. suprascapul., *d* N. subscap., *A* dorsaler Nervenstrang, *B* ventraler Nervenstrang, *e* Ast für den M. teres maj., *f* Ast für den M. lat. dors., *g* N. axillaris, *h* N. subclavius, *i* N. cutan. brach. int. minor.

Figur 2. Plexus brach. von Bradypus tridactylus. *v* 7 siebenter Halswirbel, VII siebenter Cervicalnerv, *v* 11 zweiter Brustwirbel, XII zwölfter Spinalnerv, *b* N. dorsal. scap. (?), *c* N. suprascapul., *d* N. subscap., *A* dorsaler, *B* ventraler Nervenstrang.

Der in beiden Figuren sichtbare Abschnitt der Wirbelsäule ist nach Skeleten der hiesigen anatomischen Sammlung gezeichnet.

Ueber zwei im Bereiche des Visceralskelets von Chimaera monstrosa vorkommende noch unbeschriebene Knorpelstückchen.

Von

Prosector Dr. B. Solger.

Aus dem anatomischen Institut zu Breslau.

(Hierzu Fig. 3 auf Taf. VI.)

I. An einem ca. 70^{cm} langen Exemplar von Chimaera monstrosa (Weibchen) fand sich, eingeschlossen in derbere Züge der zwischen Kieferbogen und Zungenbeinstück befestigten Membran, ein an Umfang und Form einer Linse gleichendes Stückchen hyalinen Knorpels, und zwar nach hinten und unten vom Kiefergelenk, in nur geringer Entfernung von letzterem. Durch die Güte des Herrn Hofrath Gegenbaur in den Stand gesetzt, an einem dem hiesigen Institut freundlichst überlassenen Kopf von Chimaera (Männchen) diese Beobachtung zu revidiren, konnte ich an derselben Stelle rechterseits (die andere Kopfhälfte musste für andere Zwecke aufbewahrt bleiben) nur die Gegenwart eines umschriebenen Stückchens bindegewebigen Knorpels[1]) constatiren. Joh. Müller[2]) meint ohne Zweifel dieselbe Membran, wenn er sagt: »Der vordere Rand dieser 3, die Seitenhälften des Zungenbeins bildenden Stücke ist durch eine fibröse Haut, an welcher die Schleimhaut des Rachens anliegt, an die untere Fläche des Augenhöhlenbodens und des Gelenkfortsatzes des

[1]) Nachträglich noch bei einem dritten Exemplar von Ch. in einer Bindegewebsplatte eingeschlossene Inseln von Hyalinknorpel beobachtet.

[2]) Abhandl. d. Berl. Acad. Aus d. Jahre 1834. pag. 219.

Schädels für den Unterkiefer angeheftet«. Von der Anwesenheit eines Knorpelstückchens ist hier Nichts erwähnt; und auch andern Autoren scheint es entgangen zu sein. Zur Erklärung desselben erlaube ich mir an die von GEGENBAUR[1] abgebildeten (Taf. II, Fig. 4) Knorpelstückchen von Prionodon glaucus zu erinnern, deren Bedeutung als »Strahlenrudimente des Kieferbogens« bei gleichzeitiger Rückbildung des Spritzlochcanals von ihm wahrscheinlich gemacht wird. Die Lagerungsbeziehungen des beschriebenen Knorpelrestchens bei Chimaera, wo ja ebenfalls das Spritzloch fehlt, gestatten es, dasselbe als ein dem Spritzlochknorpel der Plagiostomen homologes Gebilde ansprechen zu dürfen.

II. Das zweite bisher unbekannte Knorpelstückchen ist in Fig. 3 (*b*) dargestellt. ROSENTHAL[2]) bildet es nicht ab und JOH. MÜLLER[3]), dem nur das von ROSENTHAL präparirte und abgebildete Skelet zur Verfügung stand, erwähnt seiner auch nicht. Es ist ein vor dem Mittelstück des Unterkiefers gelegenes paariges Knorpelblättchen, das zum Systeme der Labialknorpel gehört. Bezüglich der Deutung derselben will ich mich kurz fassen. Callorhynchus, der zweite Repräsentant der Holocephalen, konnte trotz der dankenswerthen Bemühungen des Herrn Prof. HASSE nicht aufgetrieben werden, so dass also schon die Vergleichung mit der nächststehenden Form unmöglich war. Nur eine Bemerkung von JOH. MÜLLER, der den »unpaarigen untern Mundknorpel« von Callorhynchus beschreibt und abbildet[4]), möchte ich hier anführen. »Dieser liegt«, heisst es, »wie ein Halsband vor und unter dem Unterkiefer, fast wie ein zweiter Unterkiefer, dem er an Grösse gleich kommt«; und später äussert er sich, wie folgt: »Bei Chimaera monstrosa fehlt also wohl der untere Lippenknorpel des Callorhynchus ganz«. Nach der Auffindung des eben beschriebenen, freilich paarigen Knorpelstückchens bei Chimaera wäre allerdings, soweit es die Abbildung von Callorhynchus bei J. MÜLLER beurtheilen lässt, die Möglichkeit vorhanden, dass in diesen paarigen Gebilden das Homologon des unpaaren Mundknorpels vom Callorhynchus gesucht werden müsste. Noch schwieriger scheint es, die Vermittelung dieser Gebilde mit den bei den

---

[1]) C. GEGENBAUR, Untersuchungen z. vergl. Anat. d. Wirbelth. Drittes Heft. Das Kopfskelet der Selachier. 1872.

[2]) ROSENTHAL, Ichthyotom. Tafeln, 1839. Taf. XXVII.

[3]) l. c. pag. 201.

[4]) l. c. pag. 202 und Taf. V, Fig. II, *a*.

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Selachiern beobachteten Labialknorpeln herzustellen. An dieser Stelle, vor dem Mittelstück des Unterkiefers findet sich bei keinem Selachier ein Knorpelrudiment, und doch müsste nach GEGENBAUR's [1]) ausführlicher Motivirung der systematischen Stellung der Selachier von hier aus der allerdings »schwierige« Versuch einer Deutung der Mundknorpel der Chimaeren gemacht werden.

Breslau, Ende December 1874.

[1]) l. c. pag. 10 flgd.

Erklärung der Abbildung.

Fig. 3 auf Taf. VI.

a. Der von ROSENTHAL (l. c. Tab. XXVII, Fig. 2) mit *e** bezeichnete Knorpel.

b. Der bisher unbeschriebene Knorpel.

c. Ast des trigeminus.

d. Muskel.

Ueber die Schleimdrüse oder den Endostyl der Tunicaten.

Von

Hermann Fol in Genf.

(Hierzu Taf. VII.)

So oft auch dieses Organ beschrieben wurde, ist doch bis jetzt noch keine vollkommene Uebereinstimmung erlangt worden. Die Namen, mit welchen es bezeichnet wurde, weichen ebensosehr von einander ab wie die Deutungen. Eine Erklärung seiner physiologischen Bedeutung wurde aber erst von mir[1]) gegeben. Eine vollständige historische Darlegung des Gegenstandes liegt nicht in meiner Absicht, daher werde ich, von den früheren Angaben nur soviel hervorheben als zur Erreichung eines Verständnisses nöthig ist.

Cuvier[2]) beschreibt den in Rede stehenden Theil ganz richtig, wie es sich an conservirten Salpen darstellt, als »une fente longitudinale, ou plutôt un repli creux de la tunique intérieure, ... on y voit plusieurs petits filaments blanchâtres«. Der Umstand dass sich diese Fäden leicht zerbröckelten, verleitete ihn zu der Annahme, es möchten vielleicht Eier sein. Auch Savigny[3]) beschreibt den »sillon dorsal«, d. h. die Bauchrinne, als eine mit vier weichen Längsbändern ausgestattete Rinne der Kiemenhöhle; seine Figuren stellen die Verhältnisse bei zusammengesetzten Ascidien und bei Pyrosoma ziemlich naturgemäss dar.

---

[1]) Études sur les Appendiculaires.

[2]) Mémoire sur les Thalides et sur les Biphores (Salpa) Annales du Muséum. Tome IV., pag. 371 et Pl. 68, Fig. 3—7, 1804.

[3]) Rech. anat. sur les Ascidies composées etc. — Mém. sur les animaux sans vertèbres. Paris 1816.

Ich übergehe manche Schriftsteller, welche diesen Darstellungen nichts wesentliches hinzufügten. Es möge nur noch H. Müller [1]) unter denjenigen angeführt werden, welche das ganze Organ als Rinne mit verdickten Wänden auffassen. Er spricht von den »Columnen von Zellen«, welche diese Verdickungen ausmachen, und hebt richtig hervor, dass bei Salpen bald nur der eine Rand, bald beide Ränder der Furche mit einem Flimmerstreifen versehen sind; und dass diese Verschiedenheit nicht von der Generation sondern von der Species abhängt. Bis hierher waren alle Angaben annähernd richtig.

Huxley [2]) brachte zuerst Verwirrung in den so einfachen Gegenstand, indem er die tiefsten, am meisten verdickten Theile der Rinne unter dem Namen »Endostyle« zusammenfasste, und als ein, von der Furche getrenntes Stützorgan betrachtete. Er sagt nämlich (pag. 572, § 18): »The dorsal wall of the respiratory cavity is marked by two longitudinal folds, running from before backwards to the mouth. These are the dorsal folds of Savigny and others; but there is an organ to which the name of Endostyle may be given, very distinct from these, and yet which has been invariably confounded with them, consisting of a long tubular filament, with very thick strongly refracting walls (Pl. XV, Fig. 4*c*). This body lies in the dorsal sinus . . . . . By its ventral surface this endostyle is attached to a ridge of the inner tunic which rises up into the dorsal sinus«.

Betrachtet man oberflächlich durchsichtige Tunicaten im lebenden Zustande, so fällt gleich ein stark lichtbrechendes, stabförmiges Organ in die Augen, welches die Bauchrinne begleitet, und selbstständig zu sein scheint. Bei genauerer Betrachtung, namentlich wenn man das Bild mit Querschnitten vergleicht, wird man bald gewahr, dass dieser stark lichtbrechende Theil blos eine Verdickung der Wände des Rinnengrundes ist. Unter dem Mikroskop kann man den vermeintlichen Stab ohne Schwierigkeit in einzelne Längsbänder auflösen, welche einen rinnenförmigen Hohlraum umgrenzen. An conservirten Exemplaren findet keine derartige optische Täuschung statt; die Bänder sind weiss und opak, und daher ist von einem lichtbrechenden Organ nichts mehr zu sehen. Hierdurch erklärt sich der sonderbare Umstand, dass sämmtliche frühere Forscher die Verhältnisse viel richtiger

---

[1]) Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. IV, pag. 330, § 3, 1853.

[2]) Observations etc. of Salpa and Pyrosoma, Doliolum and Append. Philos. transact. 1851.

dargestellt hatten als der letzterwähnte. Es kann auch keine Verwechselung hier im Spiele sein, denn diejenigen Formen, auf welche sich die Huxley'sche Beschreibung bezieht, besitzen in der Umgebung der Rinne durchaus kein anderes festes Organ, auch nicht einmal eine Bindegewebeverdichtung. Uebrigens wird ein jeder welcher die Huxley'schen Zeichnungen mit den lebendigen Thieren vergleicht und diese alsdann genauer untersucht, sofort die Richtigkeit meiner Deutung erkennen. Diejenigen, welche nur todte Exemplare untersuchten, können schwerlich in der Deutung der Huxley-schen Angaben als Autoritäten gelten.

Der Huxley'sche Endostyl beruht also auf weiter nichts, als auf einer irrigen Deutung derselben Theile, welche Cuvier und Savigny weit richtiger als vier im Boden der Furche befindliche Bänder beschrieben. Uebrigens sagt Huxley ausdrücklich von Pyrosoma[1]), dass hier der Endostyl unten und auf den Seiten eine längliche Verdickung zeige, welche das Aussehen gebe als seien, wie Savigny angab, vier Bänder vorhanden!

Leuckart[2]) folgt zwar seinem Vorgänger auf diesem Irrwege, indem auch er Endostyl und Bauchrinne als getrennte Organe auffasst; er berichtigt aber jene Angaben in einigen Puncten und bahnt gewissermassen den Weg zu einem Verständniss. Der Endostyl besteht, nach Leuckart, aus den weisslichen Fäden, welche Cuvier und Eschricht im Boden der Bauchspalte auffanden, und wird aus Zellen mit grossen Kernen zusammengesetzt; Leuckart hält aber das Organ für eine inwendig flimmernde Röhre, welche im oberen Theile der Kiemenhöhle ausmünde, und im übrigen von der Bauchrinne durch eine Membran geschieden sei. Ferner beschreibt er die Lage grosser, sechseckiger Epithelzellen (innerer Wulst), welche sich, seiner Meinung nach, am Boden der Rinne befinden, sowie die Flimmerstreifen, welche die Ränder der Rinne bekleiden, und bei Salpa pinnata und fusiformis auf einen einzigen Streifen reducirt sind. Leuckart beging also nur den Fehler, dass er den mittleren und den äusseren Wulst vom übrigen Theile der Rinne abgeschlossen glaubte und blos am vorderen Ende eine Verbindung zwischen beiden erkannte.

C. Vogt[3]) schildert die Structur des Organes in einer Weise, die

---

[1]) l. c. pag. 582, § 49.

[2]) Zoolog. Untersuch., Hft. II, pag. 50, 1854.

[3]) Rech. sur les animaux infér., 2. Mém. pag. 29, Genève 1855.

heute noch als ganz richtig gelten kann. Er beschreibt es nämlich als »sillon ventral composé par la substance même du manteau interne«; nachdem er die wimpernden Ränder und die tiefer liegenden Streifen platter Zellen erwähnte, sagt er ausdrücklich (pag. 30): »En écartant ces bandes de cellules en pavé, on voit enfin cet endostyle à couleur blanchâtre, qui forme, comme M. Huxley l'a décrit, un cylindre épais à parois celluleuses, renfermant une cavité interne, qui, dans toute sa longueur, communique avec la fente du sillon. L'endostyle en lui-même est composé par trois bourrelets inégaux, dont l'un plus grand forme la base .... l'intérieur est tapissé par un épithélium cylindrique qui, ... ressemble à l'épithélium d'un intestin ou d'un tube glandulaire«. — Die physiologische Function dieser tiefsten Theile der Rinne ist ihm unbekannt; die äusseren Theile der Rinne aber mit ihren Flimmerstreifen bewirken ihm zufolge eine lebhafte Strömung, welche dem Munde zueilt.

Hancock[1]) beschreibt ebenfalls den Endostyl als ein der Kiemen-Wandung angehöriges Organ.

In einer guten Arbeit über den Bau der Ascidien[2]), betonte R. Hertwig diese Verhältnisse noch besser, indem er von der Bauchrinne Querschnitte machte, und den Endostyl mit seinen vier Wülsten für blosse Verdickungen der Bauchrinne erklärte. Er beweist ferner, dass er kein festes Gebilde sei, und somit unmöglich als Stütz-Apparat fungiren könne. Die Zellen, welche den Boden der Rinne bilden und ausserordentlich lange Wimpern tragen, beschreibt er richtig.

Dieselbe Auffassung findet sich noch in meiner Appendicularien-Arbeit vertreten, in welcher ein Querschnitt des sogenannten Endostyls einer Salpe dargestellt ist. Leider waren auf jenen Präparaten alle Flimmerhaare, in Folge der angewandten Erhärtungsmethode (Liq. conserv.), verloren gegangen. Ich gebrauchte den schlecht gewählten Namen des Endostyles, gerade um Verwechselungen zu vermeiden und deutlicher zu zeigen, dass hier nur ein einziges, früher fälschlich aufgefasstes, Organ existire.

Durch diese übereinstimmenden Resultate war der Bau des Organes auf richtige und befriedigende Weise aufgeklärt; da brachte

---

[1]) On the anat. and physiol. of the Tunicata. Journ. Linn. soc. London 1866—1868.

[2]) Beitr. z. Kenntn. d. Baues d. Ascidien. Jen. Zeitschr. Bd. VII, pag. 84, 1871.

W. Müller [1]) durch seine vorläufige Mittheilung von neuem Verwirrung in den einfachen Gegenstand, so dass derjenige, welcher die Thiere nicht aus eigener Anschauung genauer kennt, wieder nicht weiss, was er vom Baue des in Rede stehenden Theiles halten soll. Es will nämlich dieser Autor unterhalb der Bauchrinne noch einen besonderen dichteren Bindegewebsstreifen aufgefunden haben, welcher der eigentliche von Huxley und Leuckart beschriebene Endostyl sei. Diesen Angaben muss ich in positivster und schärfster Weise entgegentreten.

Dass die von Huxley und Leuckart für ein Endostyl gehaltenen Theile mit den Verdickungen des Rinnengrundes genau übereinstimmen, habe ich bereits gezeigt. Dass aber unterhalb, d. h. ventralwärts von der Rinne absolut keine Bindegewebsverdichtung existirt, welche auch nur im entferntesten einem stabförmigen Organ ähnlich sieht, dieses kann ich mit der grössten Bestimmtheit behaupten. Weder bei Salpen und Doliolum noch bei Pyrosomen, bei Appendicularien noch bei Ascidien ist auch nur eine Spur von Bindegewebsverdichtung an der bezeichneten Stelle aufzufinden. Diesen Ausspruch nehme ich unter meine volle Verantwortlichkeit und berufe mich auf alle diejenigen Naturforscher, welche die Richtigkeit dieser Angaben ohne vorgefasste Meinung ad naturam prüfen wollen.

De Lacaze-Duthiers [2]) erklärt ausdrücklich dieses Organ bei Ascidien für eine Rinne, dieselbe, welche einige Forscher irrthümlicher Weise als geschlossene Röhre mit dem Namen Endostyl belegten.

Ueber die Function der in Rede stehenden Theile brachte kein einziger der früheren Schriftsteller eine irgendwie befriedigende Aufklärung. Die Huxley'sche Auffassung ist schon zur Genüge widerlegt worden. Leuckart meint, es könne entweder ein Absonderungsorgan sein oder ein der Flimmergrube analoger Theil. R. Hertwig spricht sich bestimmter dahin aus, dass es sich hier um ein Sinnesorgan handle.

Andererseits machte schon Lister [3]) die Beobachtung, dass die Nahrungstheilchen wie von einer unsichtbaren Membran aufgehalten

---

[1]) Jen. Zeitschr., Bd. VII, pag. 327.

[2]) Les Ascidies simples des côtes de France. — Arch. Zool. expér. Tome III. No. 2, pag. 171 et passim.

[3]) Some Observ. etc. of Polypi and Ascidiae. Philos. Transact. London 1834. P. II, pag. 365.

wurden, und sich alsdann aufrollten um in den Schlund zu gelangen. »Der Nahrungstransport«, sagt LISTER, »durch continuirliche Progression von den verschiedenen Theilen der Kieme zum Magen, ohne musculöse Zusammenziehungen noch Schluckbewegungen, bleibt ein Räthsel wie zuvor«. LISTER gibt nicht an, was diese unsichtbare Membran eigentlich sei, hält sie weder für Schleim noch überhaupt für ein Absonderungsproduct und bringt sie in keinen Zusammenhang mit der Bauchrinne. Es darf daher nicht Wunder nehmen, dass diese einzelnstehende Beobachtung, welche eigentlich gar nichts erklärte, unbeachtet blieb, und erst durch den Umstand aus der Vergessenheit gezogen wurde, dass GIARD mir durch alle Mittel die Priorität meiner Entdeckung streitig zu machen suchte.

Blieb also die functionelle Bedeutung der tieferen Theile der Rinne ganz unbekannt, so zeigten doch v. SIEBOLD [1], LEUCKART und C. VOGT, dass die Flimmerstreifen der Ränder eine nach dem Munde zu gerichtete Strömung bewirkten.

Auffallend ist es, dass, soviel auch über die Nahrungsaufnahme einerseits, über die Bauchrinne der Tunicaten andererseits, geschrieben und gestritten wurde, kein Forscher auf den einfachen Einfall kam diese Thiere doch einmal zu füttern! Solche Fütterungsversuche stellte ich im December 1869 in Messina an und es gelangen auch dieselben mit grosser Leichtigkeit. Ich zweifelte keinen Augenblick daran, dass diese Beobachtungen schon von anderen gemacht worden wären; erst nachdem ich die Literatur durchgelesen hatte, ersah ich mit Erstaunen, dass noch Niemand diese Erscheinungen gesehen und erklärt habe.

Nachdem diese Beobachtungen sowie die Erklärung derselben im Juni 1872 erschienen waren, besprach GIARD diesen Gegenstand in seinen, am Ende desselben Jahres erschienenen »Recherches sur les Synascidies« [2]. Seine sehr lückenhaften und von ihm selbst in den wichtigsten Puncten als sehr fraglich hingestellten Angaben, können in gewissen Beziehungen als eine Bestätigung einiger der von mir hervorgehobenen Puncte gelten. Er beobachtete nämlich, bei zusammengesetzten Ascidien, einen Schleimstrang, welcher, mit Farbstoffen geladen, längs der Dorsalseite des Kiemenkorbes zum Oesophagus hinabreicht; als bewegende oder wenigstens dirigirende Organe sind dabei jene Papillen oder Fortsätze der Rachenwandung

---

[1] Vergl. Anat. pag. 264.

[2] Arch. de Zool. expér. Tome 1, No. 4, pag. 525. 1872.

angeführt, welche längs der Rückenseite eine Längsreihe bilden. Woher dieser Schleim komme weiss er nicht mit Bestimmtheit anzugeben; zwar meint er, er könne vom Endostyl herrühren, hält aber ebenso wahrscheinlich letztgenanntes Organ für ein dem Nervensystem angehöriges, mit Ganglienzellen und davon ausgehenden Nerven.

In seiner letzten Arbeit[1]) sagt aber GIARD nun ganz einfach (pag. 509), er habe gezeigt, dass die Wimperrinnen etc. dazu dienen, die in einem vom Endostyle herrührenden Schleime eingehüllten Partikelchen dem Munde zuzuführen. Dabei wird meine Arbeit, die ihm aus guten Gründen wohl bekannt ist, nicht einmal erwähnt. Es genüge mir dieses angeführt zu haben: die Bestätigung meiner Ansichten ist mir aber willkommen.

Eine viel erwünschtere, wenn auch nur unter gewissen Bedingungen gemachte, Bestätigung haben neuerdings meine Angaben von DE LACAZE-DUTHIERS[2]) erhalten, welcher ausdrücklich betont, dass das von ihm unter dem Namen des »Raphé antérieur« bezeichnete, dem Endostyl früherer Schriftsteller entsprechende Organ, eine stets mit Schleimmassen angefüllte dickwandige Rinne des Kiemenkorbes ist. Die Schleimfäden, welche zum Schlunde hinziehen, hat dieser sorgfältige Beobachter gesehen; er glaubt aber, dass die Schleimabsonderung nicht ausschliesslich der Bauchrinne anheimfalle und dass auch die Rachenwandungen solchen Schleim produciren. Diese Ansicht kann ich um so weniger bekämpfen, als mir die beobachteten Ascidienarten unbekannt sind, und eine Betheiligung des Kiemenkorbes an der Absonderung à priori als sehr wahrscheinlich erscheint. Es könnten in dieser Beziehung Verschiedenheiten zwischen verschiedenen Gattungen und Species existiren. Bei den von mir beobachteten durchsichtigen Formen aber ist mit aller Bestimmtheit der Endostyl oder die Schleimdrüse die einzige Quelle jenes fadenziehenden Schleimes. Ich muss mir auch die Bemerkung erlauben, dass die von DE LACAZE-DUTHIERS angewandte Methode die Möglichkeit eines Irrthums in dieser Beziehung nicht vollkommen ausschliesst. Die für eine directe Beobachtung zu un-

[1]) Contrib. à l'hist. nat. des Synascidies. Arch. de Zool. expér. Tome II, No. 4, 1873.

[2]) Les Ascidies simples des côtes de France. Arch. de Zool. expér. Tome III, No. 2, pag. 156 et 171. 1874.

durchsichtigen Thiere wurden auf ein Mal in erhärtende Flüssigkeiten geworfen: der Tod kann aber niemals so plötzlich sein, dass sich das Thier nicht schon vorher etwas zusammenziehe. Zieht sich aber ein Mantelthier während der Nahrungsaufnahme zusammen, so werden die Schleimfäden vielfach abgerissen und können verschiedenen Theilen des Kiemenkorbes ankleben oder gar theilweise durch den Mund und die Kiemenspalten ausgetrieben werden.

Endlich sei hier noch diejenige Auffassungsweise erwähnt, welche v. Siebold einführte und Gegenbaur in seinem ausgezeichneten Grundriss der vergleichenden Anatomie (pag. 167) vertrat; die hohe Autorität, deren sich dieses Werk mit Recht erfreut, macht es mir zur Pflicht etwaige Irrthümer, die darin vorkommen mögen, ganz besonders hervorzuheben. Als das citirte Werk erschien, waren freilich meine Studien über Appendicularien schon seit mehr als einem Jahre herausgegeben, worin die functionelle Bedeutung des Endostyles und der Rachenhöhle zur Genüge aufgeklärt ward; dennoch ist es nicht zu verdenken, wenn Gegenbaur unter den vorliegenden Angaben gewissermaassen eine vermittelnde Stellung zu nehmen suchte, und die Bauchrinne für den nutritorischen Abschnitt des Rachens erklärte. Dass es sich nicht so verhalte, dass der Endostyl eine Drüse sei und dass die Nahrungsaufnahme gleichzeitig mit der Respiration im ganzen Kiemenkorbe vor sich gehe, habe ich schon anno 1872 bewiesen und werde es noch näher auseinandersetzen.

Gehen wir nun zur Beschreibung der von mir beobachteten Thatsachen über. Nach den zahlreichen Angaben sorgsamer Forscher dürfen wir nicht viel Neues erwarten und wird sich meine Aufgabe fast ausschliesslich darauf beschränken, Richtiges zu bestätigen, Unrichtiges zu widerlegen und die von mir früher entdeckten physiologischen Vorgänge ausführlicher darzulegen.

Die ventrale, dem Nervenknoten gegenüber liegende Rachenwandung bildet bei allen bisher beobachteten Tunicaten, mit Ausnahme der Kowalevskia, eine tiefe, der Länge nach gerichtete Rinne. Es ist dieses, wie die Anatomie und Entwickelungsgeschichte lehren, weiter nichts als eine rinnenförmige Ausbuchtung des einschichtigen Epithels der Rachenwandung. Die Ränder der Rinne springen lippenförmig gegen die Rachenhöhle vor, und bestehen aus demselben dünnen Pflasterepithel wie es die übrige Rachenwandung aufweist.

Etwas nach aussen[1]), d. h. gegen das Innere der Rinne zu, zeigt dieses Epithel eine Verdickung, welche jederseits einen mit dem Rande parallelen ziemlich breiten Streifen bildet. Es sind diese Längsstreifenmit kurzen aber starken, oft plättchenförmigen Wimpern bedeckt, deren jede einer der fast cubischen Epithelzellen des Streifens aufsitzt (Fig. 4 *i*). Wie bereits H. Müller angab, sind diese Wimperstreifen auf beiden Rändern vorhanden bei den meisten Salpen, bei Doliolum und allen von mir untersuchten Arten der Gattung Ascidia; bei anderen Salpen dagegen (S. maxima, S. pinnata) ist blos der eine Streif mit Wimpern besetzt, während auf dem entgegengesetzten Rande nur eine wimperlose Verdickung des Epithels besteht.

Auf dem Wimperstreifen folgt nach aussen (gegen den Rinnengrund zu) eine Strecke dünnen Pflasterepithels (Fig. 4, 7, 8 *hh*) welches bei erhärteten Präparaten natürlich mehr oder weniger gefaltet ist, beim lebendigen Thiere aber in einer Ebene liegt. Ich bezeichne es als inneren Zwischenstreifen.

Dieses Epithel geht plötzlich in ein cylindrisches über, mit grossen mächtigen Zellen (Fig. 4, 7, 8 *g*); bei Pyrosoma (Fig. 8) ist der Uebergang so schroff, dass der continuirliche Zusammenhang beider Epithelformen schwer nachzuweisen ist. Bei Salpen aber (Fig. 4) und bei Ascidien nehmen die Epithelzellen mehr allmälig an Grösse zu, es lässt sich daher an guten Schnitten recht deutlich nachweisen, dass dieses cylindrische Epithel mit dem pflasterförmigen eine und dieselbe Schicht darstellt. Diesen Streifen werde ich mit dem Namen des inneren Wulstes bezeichnen. Es besteht, wie gesagt, aus einem mächtigen Cylinderepithel, dessen Zellen bald mehr länglich (Fig. 4 und 8 *g*) bald etwas breiter (Fig. 5) sind, und von der Fläche gesehen ein unregelmässig polygonales Pflaster darstellen.

Am äusseren Rande geht das Epithel des äusseren Wulstes wiederum in ein kleinzelliges über, welches meistens einschichtig ist, und den äusseren Wulst mit dem mittleren verbindet (Fig. 4 und 8 *f*); ich will ihn als mittleren Zwischenstreifen bezeichnen.

Der mittlere Wulst zeigt bei verschiedenen Formen eine ziemlich übereinstimmende Gestalt und Zusammensetzung, und besteht aus mächtigen keilförmigen, fächerförmig aneinander gelagerten

---

[1]) Die Richtungen sind auf die Längsachse des ganzen Thieres, nicht auf die Rinne bezogen.

Zellen (Fig. 4 und 8 *d*) welche ihre Spitzen der Rinne zukehren. Dieser Wulst bildet seitlich einen halbcylinderförmigen Vorsprung, medianwärts aber eine kleine Halbrinne, welche der Bauchrinne angehört. An den Rändern dieser Rinne setzt sich das Epithel des Wulstes in die Zwischenstreifen fort.

Die unteren Zwischenstreifen (Fig. 4 *b*) verbinden den mittleren mit dem unteren Wulste, sind aber bei verschiedenen Formen sehr ungleich entwickelt. Meist sind sie ziemlich breit und stark und bestehen aus sehr kleinen spindelförmigen Zellen, welche in zwei- bis vierfacher Reihe übereinander gelagert sind, und zwar so, dass sie senkrecht auf die Oberfläche des Streifens zu stehen kommen.

Der äusserste, also der tiefste Theil der Rinne wird von zwei Wülsten eingenommen, welche den vorigen sehr ähnlich sind (Fig. 4, 7, 8 *aa*), nur in den meisten Fällen etwas grösser, und dieselbe Anordnung ihrer Elemente zeigen. Diese beiden Wülste berühren sich auf der Mittellinie nicht, da eine, in der Regel mehrfache, eigenthümliche Zellenreihe dazwischen liegt (Fig. 3, 4 und 8 *r*). Es trägt eine jede dieser letzteren länglichen, oft spindelförmigen Zellen am inneren zugespitzten Ende eine ungeheuer lange Wimper (Fig. 3, 4, 8 *t*), welche bis zum äusseren Wulste oder gar, bei vielen Salpen, bis in die Nähe der Flimmerstreifen sich erstreckt (Fig. 4), ohne jedoch denselben jemals zu erreichen. Der Bau der Rinne bleibt auf der ganzen Länge derselbe; nur an dem oberen und unteren Ende findet eine Abweichung statt, indem der drüsige und wimpernde Theil der Rinne etwas weiter geht als die spaltförmige Oeffnung derselben. Hiedurch entstehen zwei kurze blindsackartige Verlängerungen, deren Wände jederseits aus den drei Wülsten und den drei Uebergangsstreifen bestehen. Nach aussen findet sich eine Verlängerung der mittleren mit langen Wimpern ausgestatteten Zellenreihe; nach einwärts bilden die beiden, zu einem einzigen verwachsenen Flimmerstreifen, das Dach, und schliessen den Hohlraum zu einer Röhre. An den Endpuncten selbst gehen die beiderseitigen Wülste nicht ineinander über, sondern legen sich blos zusammen und werden durch kleinere Epithelzellen verbunden.

Ich habe den am häufigsten vorkommenden und auch am meisten differenzirten Bau der Schleimdrüse beschrieben, den man daher als den typischen betrachten kann. Es erfährt aber dieser Typus mannigfache Abweichungen und namentlich Vereinfachungen.

Bei den Ascidien bestehen die Wülste aus zahlreichen, sehr langen und dünnen Zellen. Die wimpertragenden Zellen des Rinnengrundes sind verhältnissmässig zahlreich und stark entwickelt. Die

mittleren und äusseren Zwischenstreifen sind schmal und dick, und bestehen aus vielen ineinander greifenden Lagen spindelförmiger Zellen. Die wimpertragenden Zellen des Rinnengrundes sind zahlreich und langgezogen sowie auch die zapfenförmigen Zellen der Wülste. Die Wimperstreifen liegen nahe am Rande der äusseren Wülste und die Ränder der Rinne springen nur wenig in die Rachenhöhle hinein.

Bei Pyrosoma sind die äusseren Uebergangsstreifen (Fig. 8 *b*) fast auf Null reducirt, die inneren sind dünn und einschichtig. Die inneren Wülste (Fig. 8 *g*) sind mächtiger als die äusseren und von gedrängter, auf dem Querschnitt nierenförmiger Gestalt. Die wimpertragenden Zellen des Drüsengrundes sind in 3—4facher Reihe vorhanden (Fig. 8 *r*) und mit verhältnissmässig kurzen Wimpern ausgestattet. Die Wimperstreifen der Ränder waren an meinen Querschnitten nicht erhalten; ihre Anwesenheit habe ich aber am lebenden Thiere constatirt.

Bei Salpa bestehen die beiden äusseren Wülste aus langen keilförmigen Zellen (Fig. 4 *a* und *d* und Fig. 3 und 6), die inneren aus breiteren kürzeren Elementen (Fig. 4 *g* und Fig. 5). Die Zwischenstreifen sind breit, die äusseren ziemlich stark (Fig. 4 *b*). Die langen Wimpern (*t*) erreichen hier die grösste Entfaltung.

Bei Doliolum (Fig. 7) reducirt sich die Drüse, indem die inneren Wülste ganz hinwegfallen und blos die mittleren wenig entwickelten (*d*) und die äusseren (*a*) zurückbleiben. Wimpertragende Zellen sind zwischen den äusseren Wülsten wahrscheinlich vorhanden; ich kann dieses jedoch nicht mit aller Bestimmtheit behaupten, denn meine Querschnitte lassen manches zu wünschen übrig, da es ausserordentlich schwer ist von einem so winzig kleinen und zarten Theile gute Erhärtungspräparate zu gewinnen.

Bei Appendicularien geht die Vereinfachung noch weiter. Hier ist bei Oïkopleura nur noch ein Wulst jederseits zu finden, welcher aller Wahrscheinlichkeit nach dem äusseren Wulste der übrigen Tunicaten entspricht. Jeder dieser Wülste bietet auf dem Querschnitt 5—6 zapfenförmige Zellen: auf der Mittellinie sind sie durch eine Reihe wimpertragender Zellen getrennt. Die Ränder der Rinne springen nur wenig vor, und sind inwendig mit kurzen Wimpern besetzt. Bei Appendicularia[1]) sind die Wülste weniger

[1]) Note sur un nouveau genre d'Appendic. Arch. de Zool. expér. Tome III, No. 4. 1874.

entwickelt und bestehen aus einer geringeren Anzahl von Zellen. Bei Fritillaria, bei welcher, wie ich es bereits früher hervorhob, die Organe aus einer sehr geringen Anzahl histologischer Elemente zusammengesetzt sind, erscheinen die Wülste als blosse Doppelreihe grosser stark lichtbrechender Zellen, deren bei Fritillaria furcata jederseits 8 nachgezählt wurden, bei F. urticans blos 4 jederseits. Es kommen hier keine Wimpern am Rinnengrunde vor, aber die Ränder der Rinne zeigen ganz deutliche Wimperbewegung. Bei Kowalevskia ist Rinne und Drüse, kurz das ganze Organ spurlos verschwunden, und wurde auch bei Larven und Jugendzuständen gänzlich vermisst.

Was die innere Beschaffenheit der Zellen betrifft, habe ich namentlich an Salpen (S. maxima, pinnata, bicaudata et democratica) studirt. Jede Zelle der Wülste trägt an dem der Rinne abgewandten Ende einen sehr schönen, regelmässig ovalen, bläschenartigen Kern (Fig. 5 und 6 *N*) mit granulirtem Inhalt und einem stark lichtbrechenden Kernkörperchen (*n*). Dasselbe wurde an Phallusia intestinalis und zweien nicht näher bestimmten anderen Ascidienarten beobachtet. Bei Oïkopleura vermisste ich das Kernkörperchen, was jedoch vielleicht nur von der Schwierigkeit der Beobachtung herrührt. Bei Doliolum traf ich constant den Kern an der inneren dem Hohlraum der Rinne zugewandten Seite der Zelle.

Am äusseren Rande der Drüsenzellen, welche die Wülste zusammensetzen, unterscheidet man oft eine mehr oder weniger bedeutende dichtere Schicht (Fig. 5 *k*), welche wohl als Cuticula gedeutet werden mag. Die inneren Enden dieser Zellen sind meist undeutlich contourirt und haben ein zerrissenes Ansehen, was möglicherweise von der Präparationsmethode abhängt. Am inneren Wulste ist dieses jedoch weniger der Fall; bei Salpa maxima bestand (an $Cr\,O^5$ Präparaten) der ganze innere Theil dieser Zellen (Fig. 5 *o*) aus grobkörnigem Protoplasma. In den allermeisten Fällen aber besteht jede Zelle nur aus äusserst feinkörnigem Protoplasma, welches an $Cr\,O^5$ und Alkohol-Präparaten eine Menge spindelförmiger, dunklerer, d. h. weniger lichtbrechender, Stellen enthält (Fig. 3 und 6, und Fig. 5 *b*). Etwa am äusseren Dritttheile jeder Zelle zeigt sich eine hellere Stelle, welche der Quere nach das übrige dunklere Protoplasma unterbricht. Die physiologische Bedeutung dieser Textur ist mir ganz unbekannt, nur muss ich bemerken, dass ich dieselbe bei Doliolum, wo die Kerne einwärts liegen, nicht wiederfinden konnte. Die Zwischenstreifen bestehen aus einfachen

nicht besonders lichtbrechenden Epithelzellen mit Kern, welche aller Wahrscheinlichkeit nach keinen Schleim absondern, und nichts bemerkenswerthes darbieten.

Ehe wir nun zur Schilderung der physiologischen Vorgänge übergehen, muss ich noch Einiges über die mit der Schleimdrüse functionell zusammenhängenden Apparate erwähnen. Es gehen zunächst von dem obersten Winkel der Rinne, also etwas unterhalb der obersten Spitze der Drüse, zwei Wimperstreifen ab (Fig. 1 und 2 α), welche der Rachenwand anliegend, rechts und links halbkreisförmig verlaufen und sich in der Nähe des Nervenknotens wieder vereinigen. Es sind dies keine einfachen Streifen, sondern nach unten offene Halbrinnen, welche dadurch zu Stande kommen, dass eine kleine Querfalte der Rachenwandung dieselben von oben her überdeckt. Die beiden Wimperrinnen vereinigen sich erst nach einer Spiraldrehung (Doliolum) oder treten einfach zusammen (Salpa democratica), oder beide finden in einer tiefen bewimperten Kammer ihr Ende (Salpa bicaudata, maxima, pinnata etc.). Bei den mit Herz versehenen Appendicularien finden sich diese Theile wieder, sind aber auf blosse Wimperstreifen reducirt, welche einfach zu einem rückenständigen Längsstreifen zusammentreten.

Das untere Ende der Schleimdrüse hört stets oberhalb des Mundes auf; allein die bewimperten Ränder der Rinne setzen sich ununterbrochen nach unten bis zum Schlunde fort, in welchem diese Rinne, nach einer Spiraltour, welche den Schlundeingang vollständig umkreist, seitlich einmündet. Von grosser Bedeutung für die Nahrungsaufnahme ist ausserdem die verschiedene Gestaltung und Anordnung des Rachens und der Kieme. Es sind aber diese Verhältnisse zum grössten Theil schon bekannt, und nur was uns davon näher interessirt, werde ich gelegentlich anführen.

Die physiologische Bedeutung aller dieser, bis zu meiner Arbeit über Appendicularien, räthselhaft gebliebenen Organe habe ich dort aufgeklärt. Die verdickten tieferen Theile der Bauchrinne, welche jederseits drei stark lichtbrechende Wülste bilden, haben nur Eine Function: Schleim abzusondern. Es sind also wirkliche Drüsenzellen und das ganze Organ muss fortan als blosse Drüse aufgefasst werden. Die langen Wimpern dienen augenscheinlich dazu, den Schleim nach oben zu befördern. Im normalen Zustande sind die inneren Wülste und die inneren Zwischenstreifen dermassen aneinander genähert, dass die Drüse eine fast geschlossene Röhre bildet. Es ist aber wohl zu bemerken, dass die Ränder blos mit einander in Berührung

stehen ohne irgendwie verklebt oder verwachsen zu sein. Die Rinne ist somit nur unvollständig verschlossen und es quillt fast beständig durch die enge Spalte etwas Schleim hervor, welcher sofort, durch die Wimperstreifen der Rinnenränder, dem Schlunde zugeführt wird. Diese Schleimfetzen beladen sich auch mit den im Wasser der Kiemenhöhle suspendirten Partikelchen, deren Bewegung der Rinne und der Spiraltour entlang bis in den Schlund hinab mit Leichtigkeit verfolgt werden kann. Dieses ist aber nur ein ganz unbedeutender Theil der gesammten Schleimmasse, welche innerhalb der Drüse nach oben befördert wird.

An der Abgangsstelle der halbkreisförmigen Wimperrinnen treten die Ränder auseinander und lassen hier eine röhrenförmige Oeffnung, welche als Ductus efferens fungirt. Ich nahm früher an, es existire eine zweite solche Oeffnung am untern Ende der Rinne, habe aber seitdem die Unrichtigkeit dieser Ansicht erkannt; im normalen Zustande existirt nur eine obere Oeffnung.

Wird auf das Thier ein Druck ausgeübt, so treten die in der Drüse enthaltenen Schleimmassen auf einmal durch die ganze Länge der Rinne heraus, wobei natürlich die Ränder auseinander geschoben werden. Man kann sich durch dieses Experiment leicht überzeugen, dass der Verschluss der Rinne durch blosse Aneinanderlagerung der Ränder bewirkt wird.

Die durch die vordere Oeffnung hervorquellenden Schleimmassen werden sofort von der Wimperbewegung der halbkreisförmig verlaufenden Rinnen ergriffen und in der Richtung nach der Neuralseite zu hingerissen. Die Rinnen sind aber zu seicht und zu eng, um den Schleim ganz zu enthalten; so dass derselbe zum Theil aus der Rinne hervorragt und dadurch der Wirkung der zum Munde eintretenden und durch die Cloake austretenden Strömung ausgesetzt wird, welche ihn in Franzen- oder Vorhanggestalt auszieht. Da aber der Schleim innerhalb der Rinne sich beständig von der Ventral- nach der Neuralseite bewegt, so folgen die herabhängenden Franzen dieser Bewegung und bieten dadurch ein höchst anziehendes und zierliches Bild. Um diese Franzen zu sehen, muss man freilich dem eingeschluckten Wasser einen suspendirten Farbstoff beimischen, welcher dadurch, dass die Partikelchen am Schleime haften bleiben, denselben wahrnehmbar machen.

Bei Doliolum zeigt sich mehr die Franzengestalt. An der Spiraltour angekommen, werden die Franzen umeinandergerollt, indem sie einfach der Windung der Rinnen folgen und es entsteht dadurch

ein gewundener Faden, welcher zum Schlundeingange hinzieht, die Kiemenhöhle schief durchkreuzend [1]). Dieser Faden fährt alsdann den Schlund hinunter, welcher ihn in derselben Richtung wie die Spiraltour weiter dreht, und gelangt so in den Magen. Bei den Seitensprossen der zweiten Generation von Doliolum ist das Bild in grossen Zügen dasselbe und auch recht frappant, obwohl etwas schwieriger zu beschreiben. Das Wasser strömt im allgemeinen durch den weiten Mund (Fig. 2 *B*) hinein und durch die Kiemenspalten wieder heraus, aber nicht einfach quer durch die löffelförmige Kiemenhöhle, sondern schräg von der Neural- gegen die Ventralseite. Dieses rührt davon her, dass die 3—4 dem Nervenknoten am nächsten liegenden Kiemenspalten das Wasser in die Kiemenhöhle hineinwimpern, während alle übrigen Spalten dasselbe austreiben. Auf diesem Wege kleben ziemlich alle im Wasser suspendirten Partikelchen den, von den langen halbkreisförmigen Rinnen (Fig. 2 *a*) herabhängenden, Schleimfranzen an, und rücken allmälig gegen die hart am Nervenganglion befindliche Spiraltour, wo sie sich zusammendrehen, um den gewundenen Ernährungsfaden zu bilden (Fig. 2 *c*). Beobachtet man das Thier im Augenblicke wo es eben anfängt Nahrung aufzunehmen, so sieht man hier, wie bei anderen Tunicaten überhaupt, dass dieser, am unteren Ende freie Faden, gerade auf den Schlundeingang lossteuert; es muss somit die Richtung der Wasserströmungen dermassen combinirt sein, dass der Faden mit Nothwendigkeit genau den Schlundeingang trifft. Niemals sah ich den neugebildeten Faden etwa durch eine Kiemenspalte austreten. Auch bei diessen Seitensprossen von Doliolum lässt sich beobachten wie ein kleiner Bruchtheil des Schleimes zwischen den Rändern der Schleimdrüse direct heraustritt und nach unten dem Schlunde zueilt, wo er durch die Spiralrinne des Schlundeingangs, ebenfalls seinen Eintritt findet. Die Wimperbewegung des Schlundes zieht nicht einfach die Schleimfäden hinunter, sondern setzt dieselben zugleich in rasche Spiraldrehung, hat somit auf den Faden etwa dieselbe Wirkung wie die Finger einer Spinnerin auf das gesponnene Werg.

Gleich bei der ersten Beobachtung dieses Vorganges an den Seitensprossen von Doliolum fällt auf, dass die Dimensionen der Organe der Nahrungsaufnahme dieser Form zu der geringen Entfaltung der übrigen Organe in keiner Proportion stehen. In der That handelt es sich hier nicht um physiologisch selbstständige Wesen, son-

[1]) Siehe Études sur les Append. pag. 8, Fig. 4.

dern um blosse Ernährungsindividuen des ganzen Thierstockes. Lange Zeit hindurch suchte ich nach der Bedeutung und den weiteren Schicksalen dieser Sprossen; zu einer weiteren Entwickelung waren sie nicht zu bringen, und es wurden niemals im Meere Formen angetroffen, welche auf eine Weiterbildung derselben hätten zurückgeführt werden können. Und doch waren die colonie-bildenden Thiere zu gewissen Zeiten in grossen Mengen vorhanden. Einer selbstständigen Bewegung, ausser dass sie sich gegen den Stamm zurückschlagen oder aufrichten können, sind diese Sprossen nicht fähig, und es ist überhaupt nicht einzusehen wie dermassen gebaute Wesen ein selbstständiges Leben führen könnten. Es darf uns daher nicht Wunder nehmen, dass, während andere Generationen von Doliolum, in genügend grossen Gefässen, wochenlang am Leben blieben, und sogar zwei Generationen in der Gefangenschaft von denselben Individuen gross gezogen wurden, diese Form binnen wenigen Stunden, nachdem sie vom Mutterthiere getrennt wurde, zu Grunde ging. Die Seitensprossen können also nicht getrennt fortleben, es sei denn dass sie einer bedeutenden Metamorphose unterlägen. Allein auch die grössten und am weitesten entwickelten Sprossen zeigten niemals auch nur eine Andeutung einer solchen Umänderung; Geschlechtsorgane oder Sprossenbildung wurden an denselben stets vermisst. Andererseits ist es sehr bemerkenswerth, dass, während eine ganze Colonie sich in Aquarien ganz gut eine zeitlang am Leben erhält, das von den Seitensprossen entblösste Mutterthier in sehr kurzer Zeit zu Grunde geht Wie bereits bekannt, resorbiren sich bei letzterem sämmtliche Ernährungs- und Athmungsorgane zur Zeit wo sich die Seitensprossen ausbilden und es bleiben schliesslich nur die beiden Häute, das Herz und die Muskeln. Ein solches Wesen könnte nicht fortleben, wenn es nicht von den anderen Thieren der Colonie ernährt würde. Alle diese Umstände führen nothwendig zum Schlusse, dass die Seitensprossen als Ernährungsindividuen fungiren, ähnlich wie die Fressthiere bei Röhrenquallen, während das Mutterthier zur blossen Schwimmglocke der Colonie reducirt ist, und es zeigt sich ferner, dass diese Sprossen mit der Colonie zu Grunde gehen müssen, während die Mittelsprossen die Species fortpflanzen. Dass keine offene Communication zwischen den Blutbehältern der Sprosse und des Mutterthieres besteht, kann dieser Auffassungsweise keinen Eintrag thun, denn ebensowohl wie die junge Sprosse aus der noch mit ihren Ernährungswerkzeugen ausgestatteten Mutter die zum Wachsen nöthigen Nahrungssäfte bezog, ebenso können später die Säfte in

umgekehrter Richtung von der Sprosse zum Schwimmthier hinübertreten. Ueber den Nutzen dieser Bildungen für die Species kann ich nur sagen, dass die Colonie mit kiemenlosem Mutterthiere zu den allerbehendesten Seethieren gehört, und durch das Wasser mit grösserer Schnelligkeit schiesst als eine Diphyes.

Gehen wir nach dieser Abschweifung zur Schilderung der Nahrungsaufnahme bei anderen Tunicaten über, so treffen wir zunächst bei Salpen eine etwas verschiedene Anordnung der Schluckorgane. Hier bildet der Schleim keine Franzen, sondern eine zusammenhängende Membran, welche sich wie ein Vorhang ausbreitet (Fig. 1) und unterhalb des Nervenknotens zusammenschlägt. In Ermangelung einer Spiraltour der Wimperrinnen dient die balkenförmige Kieme [1] (*br*) mit ihren Querstreifen starrer Wimpern dazu, den Schleimfaden (*c*) dem Schlunde (*oe*) zuzuleiten; das Zusammendrehen des Fadens besorgt nur die spiralig wirkende Wimperung des Schlundes.

Bei Ascidien treffen wir wieder eine Franzenbildung wie bei Doliolum, nur mit dem Unterschiede, dass die Franzen weit schärfer von einander geschieden sind und dass sie nicht von der Ventralseite gegen die Neuralseite hinrücken, sondern sich einfach von oben nach unten in den Zwischenräumen zwischen die Längsbänder der Kieme verlängern [2]. Die der Schleimdrüse am nächsten liegenden Fäden

---

[1] Der Bau dieser Kieme ist nicht überall so einfach wie angenommen wird; bei Salpa bicaudata z. B. bildet sich jederseits am Kiemenbalken eine Reihe seitlicher Einstülpungen, deren jede mit einem Wimperstreifen correspondirt. Es dringt sogar jeder quere Wimperstreifen bis in den Grund des correspondirenden blindgeschlossenen Säckchens; eine Einrichtung, welche wohl die Vergrösserung der respirirenden Fläche bezweckt.

[2] Bekanntlich besitzt die Kieme bei Ascidien einen ziemlich complicirten Bau, welcher bei Pyrosoma und Synascidien sich etwas vereinfacht wiederfindet. Der eigentlichen Kieme, d. h. der siebartig durchlöcherten doppelten Scheidewand, tritt nach einwärts ein, bei gewissen Arten, sehr complicirtes Netzwerk anastomosirender Röhren hinzu. Da die Entstehungsweise dieser Röhren meines Wissens noch nicht beobachtet wurde, sei es mir erlaubt, diese Bildungsweise, die ich verfolgt habe, in wenigen Worten zu schildern. Es wachsen von der Innenwand der ursprünglich einfachen Kieme hohle zapfenförmige Fortsätze in die Rachenhöhle hinein. Nachdem diese Fortsätze eine gewisse Länge erreicht haben, hört der Längenwachsthum auf; es treiben dieselben alsdann, auf beiden Seiten ihrer Spitze, je einen rechtwinklig auf den Zapfen stehenden hohlen Fortsatz, so dass im ganzen eine T-Figur entsteht. Indem nun die Spitzen der seitlichen Ausstülpungen benachbarter Fortsätze aufeinanderstossen und verschmelzen, entstehen jene der Kiemenwandung parallele Röhren, welche mit dem Blutsinus der Kieme durch Querröhrchen zusammenhängen. Diese Querröhrchen sind also die primären Fortsätze.

sind schwächer; gegen die Neuralseite zu trifft man sie immer stärker. Alle diese Fäden treten erst am Grunde des Kiemensacks in der Nähe des Schlundes zusammen. Diese Angaben beziehen sich blos auf jüngere durchsichtige Exemplare von Phallusia intestinalis et mamil'ata. Bei Erwachsenen lässt sich der Vorgang wegen der Undurchsichtigkeit der Tunica nicht direct beobachten.

Die Nahrungsaufnahme bei Appendicularien habe ich zur Genüge beschrieben. Bei Pyrosoma konnte ich trotz vieler Versuche noch niemals die isolirten Thiere zur Einnahme von Nahrungs- resp. Farbstoffen bringen.

Ueber die Beschaffenheit des Schleimes sei noch erwähnt, dass er sich weder in Säuren noch in Alkohol trübt; dass er auch nach der Erhärtung des Thieres elastisch bleibt und dass er farblos, wenig lichtbrechend, fadenziehend und etwas consistenter wie Speichel ist.

Bei allen Tunicaten, die ich hierauf studirte, war die Nahrungsaufnahme eine intermittirende: Ist der Magen angefüllt, so hört die Aufnahme auf, bis die Stoffe verdaut sind, was übrigens nur kurze Zeit in Anspruch nimmt. Wird das Thier während der Nahrungsaufnahme gestört, so zieht es sich zusammen oder lässt sogar (bei Oïkopleura und Doliolum) das Wasser in umgekehrter Richtung durch die Kiemenspalten einströmen; die Schleimfäden werden hierdurch von ihrem Zusammenhange abgerissen und fetzenweise zum Munde ausgestossen. Der Austritt des Schleimes aus der Drüse hört alsdann plötzlich auf.

Auf die Frage, ob die Schleimabsonderung in der Drüse fortwährend stattfinde, so dass der, während der Pausen die in der Nahrungsaufnahme auftreten, gebildete Schleim in der Drüse aufgespeichert werde, oder ob die Absonderung zeitweise aufhöre, glaube ich dahin antworten zu können, dass die Absonderung, wenn auch nicht vielleicht vollkommen sistirt, doch zeitweise auf ein Minimum herabsinkt. Ich glaube sogar bemerkt zu haben, dass der Schleim viel reichlicher secernirt werde wenn das Wasser mit Nahrungstheilchen geschwängert ist als sonst. Es wären diese Erscheinungen somit unter die Reflexe zu bringen. Dass aber das Thier nach Willkür den Austritt des Schleimes aus der Drüse unterbrechen kann habe ich wiederholt beobachtet, und habe auch bei Exemplaren, welche längere Zeit hindurch keine Nahrung aufgenommen hatten, die Drüse mit Schleimmassen prall gefüllt angetroffen. Bei kranken Thieren leidet diese Function vor allen anderen und wird ganz unkenntlich.

Für die Leser, welche meine Experimente wiederholen wollen, will ich folgenden Fingerzeig geben. Am besten eignen sich zu diesem Zwecke gesunde und lebenskräftige Exemplare von Salpa democratica, Doliolum denticulatum, und die Jungen von Phallusia intestinalis. Man mische mit dem Seewasser soviel fein zerriebenes Carmin, dass das ganze Wasser einen rosenrothen Anflug bekomme. Will man den Vorgang unter dem Mikroskope studiren, so müssen die Thiere so viel Wasser haben, dass sie sich vollkommen bequem fühlen (die üblichen Uhrgläschen sind hierzu untauglich), und dürfen durch keine Bewegung, keine Erschütterung gestört werden.

Zum Schlusse will ich noch meine Resultate in kurzen Worten zusammenfassen:

1. Die Rachenwandung zeigt bei Tunicaten an der Ventralseite eine tiefe Rinne deren Wände Verdickungen zeigen.

2. Diese Verdickungen sind blos stärker entwickelte Epithelzellen, welche das Licht stark brechen und Schleim absondern.

3. Die verdickten Wandungen des Rinnengrundes sind es, welche Huxley für ein Endostyl erklärte, welche dagegen Cuvier, C. Vogt, R. Hertwig und ich sowie de Lacaze-Duthiers richtig auffassten.

4. Es bilden diese Verdickungen drei Wülste jederseits. Ausserdem kommen in der Rinne lange Wimpern und Wimperstreifen vor.

5. Ausser dieser Drüse existirt kein anderes stabförmiges Organ in der bezüglichen Körpergegend.

6. Der in der Drüsenrinne secernirte Schleim tritt am oberen Theile hervor, wird durch die halbkreisförmig-verlaufenden Rinnen vertheilt und bildet einen trichterförmigen Vorhang oder Franzen. An der Neuralseite schlägt sich dieser ausgebreitete und mit Nahrungstheilchen beladene Schleim zu einem Faden zusammen, dessen unteres Ende in den Schlund hinabreicht.

7. Die Rinne ist kein Ernährungsabschnitt des Kiemenkorbes sondern ein Drüsenorgan. Die Nahrungsaufnahme findet gleichzeitig mit der Athmung im ganzen Kiemenkorbe statt.

Erklärung der Figuren.

Tafel VII.

Fig. 1. Salpa democratica, Kettenform, junges Exemplar, von der Bauchseite aus gesehen, 25mal vergrössert, mit der Camera gezeichnet. Die Schleimmassen sind durch Fütterung mit Carmin sichtbar gemacht.

Fig. 2. Doliolum sp.? (wahrscheinlich D. denticulatum-Nordmanni); ein Seitenspross von der colonie-bildenden Generation, vom Munde aus gesehen, 50mal vergrössert, mit der Camera gezeichnet. Ebenfalls mit Carmin gefüttert. In der Mitte sind die noch freien Carmintheilchen durch die Wasserströmung von der Neural- gegen die Ventralseite hingerissen; auf den Seiten kleben sie den Franzen an, welche sich längs der halbkreisförmigen Rinnen (α) in entgegengesetzter Richtung bewegen, und an der Spiraltour (*sp*) umeinander zu einem Faden gewunden werden.

Fig. 3. Der mittlere Theil des Rinnengrundes von Salpa bicaudata, proles gregata, etwa 300mal vergrössert, im Querschnitt.

Fig. 4. Querschnitt durch die ganze Bauchrinne von Salpa bicaudata, proles gregata, mit der Camera gezeichnet und 150mal vergrössert. Chromsäure-Präparat.

Fig. 5. Eine einzelne Zelle aus den inneren Wülsten von Salpa maxima, prol. greg., in Chromsäure erhärtet; stark vergrössert.

Fig. 6. Vier Zellen aus den mittleren Wülsten (die unteren Wülste haben ganz dieselbe Beschaffenheit) von Salpa maxima, prol. greg., stark vergrössert. Cr O^5 Präparat.

Fig. 7. Querschnitt durch eine in Chromsäure erhärtete Bauchrinne nebst Schleimdrüse von Doliolum (n. sp.). Camera-Zeichnung, Vergr. 300.

Fig. 8. Querschnitt durch eine in Alkohol erhärtete Schleimdrüse von Pyrosoma elegans. Camera-Zeichnung, Vergr. 400.

Die Buchstaben sind dieselben bei allen Figuren, nämlich:

B. Mund, d. h. der Eingang zur Rachenhöhle.
br. Kieme.
β. Kiemenspalten.
cl. Cloake.
oe. Schlund.
s. Magen.
gl. Nervenknoten.
(—) *E*. Schleimdrüse oder Endostyl.
α. Halbkreisförmige Wimperrinnen.
sp. Spiraltour derselben.
c. Gewundener Schleimfaden.

a. Aeussere Drüsenwülste der Bauchrinne.
b. Aeussere Zwischenstreifen.
d. Mittlere Drüsenwülste.
f. Mittlere Zwischenstreifen.
g. Innere Drüsenwülste.
h. Innere Zwischenstreifen.
i. Wimperstreifen der Rinnenränder.
r. Wimpertragende Zellen des Rinnengrundes.
t. Die langen Wimpern derselben.
(—) *N*. Kern der Drüsenzellen.
n. Kernkörperchen derselben.
k. Aeussere Cuticula der Drüsenzellen.
l. Protoplasma der Drüsenzellen.
o. Grobkörniger innerster Theil derselben.
p. Heller, mittlerer Theil der Drüsenzellen aus den mittleren und äusseren Wülsten.
m. Bindegewebszellen.
ec. Ectoderm.

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 5.

Fig. 3.

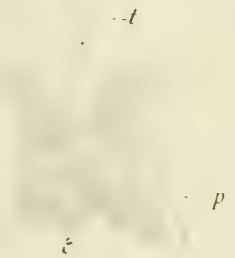


Fig. 7.

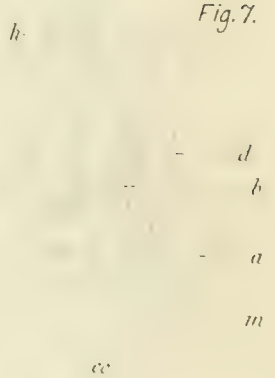


Fig. 4.

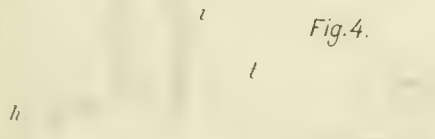
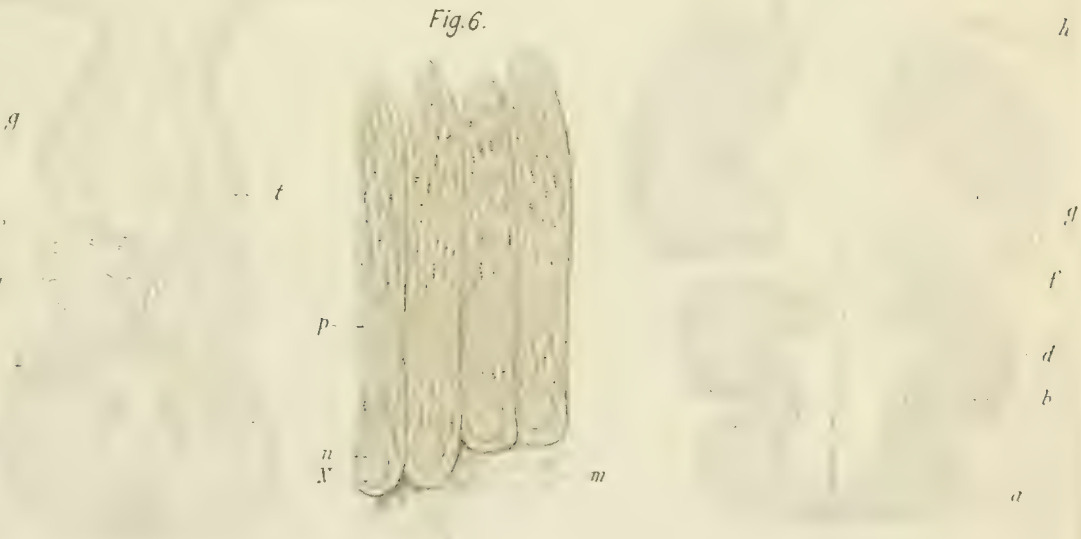


Fig. 8.

Fig. 6.



Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig.

Ueber den Musculus omohyoïdeus und seine Schlüsselbeinverbindung.

Von

C. Gegenbaur.

Unter den an das Zungenbein sich inserirenden Muskeln nimmt der Omohyoïdeus durch seinen Ursprung, wie durch seinen Verlauf eine eigenthümliche Stelle ein, die an Besonderheit noch durch die regelmässig bestehende Verbindung mit dem Schlüsselbein gewinnt. Während sowohl die vom Sternum zum Zungenbein tretenden, wie die vor dem Zungenbein liegenden Muskeln genauer definirbare und in bestimmte grössere Systeme der Musculatur leicht einreihbare Muskeln vorstellen, ist dieses nicht in gleichem Maasse für den Omohyoïdeus ausführbar, und es bedarf der Inbetrachtnahme aller den Muskel berührenden Verhältnisse, um zu einem Ziele zu gelangen.

Von den Eigenthümlichkeiten des Muskels ist die Verbindung seines hinteren Bauches mit dem Schlüsselbein und die dadurch bedingte Abweichung des Muskels vom geraden Verlaufe die am schwersten verständliche.

Wie bekannt, wird der Winkelverlauf des Omohyoïdeus durch eine ziemlich straffe, oft sogar stellenweise aponeurotische Fascie bedingt, welche vor der hinteren Fläche der Clavicula entspringend, gegen den Vorderrand des vor der Clavicula emporsteigenden hinteren Bauches, bis zur Zwischensehne hin sich anlegt Diese straffe Fascie zeigt bei der mikroskopischen Untersuchung stets eine fast continuirliche Lage von Sehnenfasern, die von der Clavicula zum Omohyoïdeus verlaufen und dort an der Fascie des Muskels zu enden scheinen. Nicht selten sind Züge dieser Fasern zur Zwischensehne verfolgbar.

Ueber, wie unter den Sehnenfasern findet man lockeres Bindegewebe, dessen Faserbündel in verschiedener Richtung verlaufen.

Zuweilen sind in die oberflächliche Bindegewebsschicht schräge oder quere Sehnenfasern eingewebt, die zum Theil an die Clavicula befestigt, zur Straffheit der Fascie beitragen. Die Mächtigkeit der longitudinalen Sehnenfaserschicht in der Verbindungsfascie bietet in den einzelnen Fällen grosse Verschiedenheiten dar, und zuweilen fand ich sie sehr gering, stets jedoch waren sie in dem angegebenen Verlaufe nachweisbar, und ein Zusammenwerfen mit den übrigen Bindegewebsschichten und den in der oberen Schicht vorkommenden queren Sehnenfasern kann nicht leicht vorkommen. Somit besitzt diese Fascie ein ziemlich characteristisches Verhalten, welches in bei weitem den meisten Fällen sich schon dem unbewaffneten Auge kundgibt, besonders bei straffem Anspannen der Fascie durch Vorwärtsziehen des vorderen Muskelbauches.

Zuweilen gehen in den vorderen Theil der Fascie auch Faserzüge ein, welche von der ersten Rippe entspringen, und besonders vom Knorpel dieser Rippe her habe ich straffe, schräg nach aussen und aufwärts steigende Züge wahrgenommen. Die Fascie empfängt dadurch eine zweite Befestigungsstelle.

Sind sowohl von der Clavicula wie von der ersten Rippe entspringende Faserzüge vorhanden, so scheint die lateral einfache Fascie medial in zwei Lamellen, die eben durch diese verschieden entspringenden Faserzüge repräsentirt werden, überzugehen. Gegen den Omohyoïdeus zu legen sich diese Züge immer aneinander und verschmelzen zu einer Lamelle, theilweise treten auch Faserzüge aus der Fascie zu der Scheide der grossen Halsgefässe.

Das Verhalten dieser Fascie zum Muskel besteht in den meisten Fällen in einer Verschmelzung mit dem medialen resp. unteren Rande der Muskelfascie, innerhalb welcher der Muskel wie in einer Scheide sich bewegt. Eine Verschmelzung der Fascie mit der Zwischensehne kann daher nicht als Regel angesehen werden. Wenn die medial entspringenden Faserzüge der Fascie einen schräg vor- und lateralwärts gerichteten Verlauf nehmen, theils in der Richtung gegen den vorderen Muskelbauch, theils gegen die Zwischensehne, so kommt es, dass der laterale, dem mittleren Dritttheile der Clavicula entsprechende Abschnitt der Fascie vorwärts von jenen stärkeren Faserzügen begrenzt wird, und ein mit scharfem oberen Rande versehener Ausschnitt in der Fascie dargestellt werden kann. In diesem Verhalten ward die Fascie von Henle [1]) dargestellt. In der

[1]) Handbuch der systemat. Anat. Muskellehre 1. Aufl. 1858. pag. 114.;

Regel ist aber die von oben her durch die schärfer ausgeprägten Faserzüge abgegrenzte Lücke durch Bindegewebe verschlossen, und diese Lage setzt sich unmittelbar in den strafferen Theil der Fascie fort, während in anderen Fällen auch an dieser Stelle straffe, lateral und vorwärts in die Fascie übergehende Fasern von der Clavicula ihren Ursprung nehmen. Ist so ein wirklicher Ausschnitt in der Fascie nicht wohl als Regel anzusehen, so ist doch auch nicht zu bestreiten, dass etwas ähnliches zuweilen vorkommt. So fand ich in einem Falle, da die Vena cephalica über die Clavicula hinweg zur Vena subclavia sich einsenkte, eine scharf umrandete Incisur. Die der Vene zunächst gelegenen Fasern bildeten einen sehnigen, das Blutgefäss überspannenden Bogen, der beiderseits am Schlüsselbeine befestigt war.

Die zum Omohyoïdeus tretende Fascie wird der Halsfascie zugetheilt, als ein Theil des tiefen Blattes derselben angesehen. Wie es komme, dass ein Theil einer sonst Muskelgruppen und andere Weichtheile nur umhüllenden Bindegewebsschicht zu einem einzelnen Muskel speciellere Beziehungen gewinnt, dass sie sogar die Verlaufsrichtung desselben bestimmt, das bleibt der rein topographischen Betrachtung völlig unverständlich. Denn dass durch die Verbindung mit der Fascie der Muskelwirkung auf das Zungenbein eine mehr der Sternohyoïdeuswirkung ähnliche Richtung gegeben werde, dass der Omohyoïdeus also anstatt das Zungenbein nach der Seite, nach hinten und abwärts zu bewegen, oder, bei beiderseitiger Wirkung nach hinten und abwärts, die Zugrichtung mehr abwärts stattfinden lässt, das kann zwar als eine Erklärung der physiologischen Bedeutung der Fascie, aber nicht als eine Erklärung des Vorkommens selbst, also des anatomischen Befundes gelten, eben so wenig

---

2. Aufl. pag. 121. Wenn Henle über die Fascie bemerkt, dass durch die mit scharfem Rande von oben her begrenzte Lücke die Nervi supraclaviculares über diesen Knochen hervortreten, so beruht dies wohl nur auf einem Versehen, denn der Verlauf der Nervi supraclaviculares findet nicht unter, sondern constant über dem Omohyoïdeus statt, wie es auch Henle in einem späteren Bande seines Werkes sowohl schriftlich als bildlich dargestellt hat. Nervenlehre 1871. pag. 466 u. 467.

Wörtliche Reproduction der Henle'schen Angabe bezüglich der Nervi supraclaviculares findet sich bei Luschka. (S. Anatomie des Menschen. Bd. I. 1. Abth. pag. 181.) Während er so den Austritt der Nerven unterhalb des Omohyoïdeus bestätigt, bringt er in der pag. 379 desselben Bandes gegebenen Abbildung in dem Verlaufe der Nerven über den Omohyoïdeus das richtige normale Verhalten zur Darstellung.

wie das durch die Annahme einer vom Muskel auf die Fascie ausgeübten Spannung geschieht. Nach dieser Seite gekehrt würde die Deutung der Einrichtung rein teleologischer Art sein, selbst davon abgesehen, dass die von allen anderen Halsmuskeln abweichende Verlaufsrichtung des Omohyoïdeus nicht verständlicher würde.

Im Suchen nach einer anderen Deutungsweise der besprochenen Einrichtung werden zunächst die sogenannten Abnormitäten oder Varietäten des Muskels zur näheren Prüfung sich darbieten. Diese sind bekanntlich für den Omohyoïdeus ausserordentlich zahlreich, so dass Macalister [1]) in seiner sehr dankenswerthen Zusammenstellung der Muskelanomalien des menschlichen Körpers, deren 27 für unseren Muskel aufführen konnte. Nicht alle derselben besitzen für unseren Zweck gleiche Wichtigkeit.

Von wesentlichem Belang sind erstlich jene Fälle, in denen der Omohyoïdeus mit Sternohyoïdeus, oder sogar mit Sternothyreoïdeus Verbindungen eingegangen ist. Am vollständigsten ist diese dann erreicht, wenn der vordere Bauch des Omohyoïdeus mit dem Sternohyoïdeus völlig verschmolzen ist, oder unter Mangel eines selbstständigen vorderen Bauches die Zwischensehne sich mit dem entsprechend verbreiterten vorderen Abschnitte des Sternohyoïdeus verbindet.

Aus solchen im besondern Verhalten wieder sehr mannigfachen Zuständen, die in der bei Macalister citirten Literatur nachzusehen sind, geht im Allgemeinen eine engere Beziehung des Omohyoïdeus zu den erwähnten geraden vorderen Halsmuskeln hervor, als deren Theil er, wenn auch zunächst nur mit einem Abschnitte, sich darstellt.

Eine andere Gruppe von Varietäten betrifft den hinteren Bauch. In engerem Anschlusse an die für den vorderen Bauch angeführten Verhältnisse stehen jene Fälle, in welchen Verbindungen mit den geraden Halsmuskeln vorkommen. So ist von Hallett [2]) ein Fall mitgetheilt, in welchem der hintere Bauch sich in zwei Streifen spaltet, von denen der eine seinen normalen Weg zum Hyoïd nimmt, indess der andere sich mit dem Sternohyoïdeus verbindet. Derselbe ändert endlich seinen Ursprung, indem er mehr auf den Coracoidfortsatz übergeht, oder auch auf den acromialen Theil der Clavicula gelangt, und von da in verschiedenem Maasse weit sternalwärts vor-

[1]) Transactions of the royal Irish Academy. Vol. XXV. P. I. Dublin 1872.
[2]) Edinburgh med. and surgical Journal Vol. 72. 1849.

rückt. Die Ursprungsstelle liegt dann immer an der hinteren Fläche der Clavicula. Durch diese Vorkommnisse wird, wie schon Schwegl [1], aber auch Hallett [2] bemerkt, die Topographie des unteren Halsdreieckes modificirt, indem dann ein Muskelbauch die Arteria subclavia bedeckt. Es ist daher dieses Verhalten auch von praktischer Bedeutung, und zwar um so mehr, als jene Fälle keineswegs zu den seltenen zählen. Aber nicht minder wichtig sind sie für unseren Gegenstand, so dass wir sie in den Hauptpuncten specieller betrachten müssen.

Die Fälle der Ursprungsbeziehungen des Omohyoïdeus zur Clavicula scheiden sich in zwei Gruppen. In der einen ist dem Muskel bei normalem Scapularursprunge ein accessorischer Kopf von der Clavicula zugetheilt. Dieser wird als Cleidohyoïdeus bezeichnet, der ganze Muskel bildet also einen Omo-cleido-hyoïdeus. Der Ursprung dieses Schlüsselbeinkopfes findet in der Mehrzahl der Fälle vom mittleren Drittheile der Clavicula statt, so dass er erst da, wo der scapulare Bauch hinter der Clavicula emporsteigt, an den medialen Rand desselben sich anlegt, und entweder in der Höhe der Zwischensehne, oder auch darüber hinaus mit ihm verschmilzt. Diese Fälle gehören zu den häufigsten Varietäten. Nach Hallett (l. c.) finden sie sich in je fünfzehn Leichen einmal. Ob sie, wie Hallett anzunehmen scheint, durch die noch häufigeren auf fünf Fälle einmal sich treffenden Befunde, in welchen der Scapularbauch durch die Fascienschicht der Clavicula dicht genähert, ja fast mit ihr in Contact gebracht wird, vermittelt werden, möchte ich deshalb bezweifeln, da hierbei doch eine Verminderung des Schulterkopfes in einem der Ausbildung des Clavicularkopfes gleichem Maasse bestehen müsste. Nun kommt aber jener Clavicularkopf bei völlig unverändertem Schulterkopfe in sehr verschiedener Ausbildung vor, so dass man für ersteren vielmehr die Existenz einer Neubildung als ein blosses Ueberwandern eines Theiles des normalen Omohyoïdeus-Ursprungs auf die Clavicula annehmen könnte. Bei Macalister (l. c.) sind diese Fälle sub Nr. 9 der Omohyoïdeusvarietäten zusammengestellt. In grösserer Anzahl sind sie von Turner [3] und

[1] Sitzungsberichte d. math.-naturwiss. Classe der K. K. Acad. d. Wiss. zu Wien. Bd. XXXIV. pag. 52.

[2] Edinburgh med. and surgical Journal. Vol 69. 1848. pag. 3.

[3] Edinburgh med. Journal. 1864.

von Wood[1]) aufgeführt, doch ist in den Zusammenstellungen des letzteren nicht immer sicher zu ersehen, ob nicht die in die zweite Gruppe gehörigen Fälle mit eingerechnet wurden. Von mir selbst ist die accessorische Clavicularportion des Omohyoïdeus sehr oft, unter je 12 Leichen etwa einmal beobachtet worden. Ein Fall davon verdient besondere Beachtung, da er mit keinem der zahlreich beschriebenen völlig übereinstimmt.

Bei einem männlichen Individuum fand sich die Varietät, wie dies häufig sich trifft, doppelseitig vor. Linkerseits entspringt der Omohyoïdeus normal, und trifft, hinter der Clavicula etwas steiler als gewöhnlich emporsteigend mit einem vom mittleren Fünftheile der Länge des Schlüsselbeines entspringenden platten Kopfe zusammen, der in der Höhe der Zwischensehne des Omohyoïdeus lateral in eine mit der letzteren continuirlich verbundene Sehne übergeht, mit seinen medialen Fasern dagegen ununterbrochen zum Zungenbein emporsteigt. Die beiden Ursprungsköpfe besitzen so eine gemeinsame Zwischensehne, die aber den Muskel nicht vollständig durchsetzt, indem sie nur einem Theile des Cleidohyoïdeus zukommt. Der vordere Bauch dieses Omo-cleido-hyoïdeus ist etwas breiter als der gewöhnliche des Omohyoïdeus. Die Einheit des vorderen Bauches, der enge Anschluss des Schlüsselbeinkopfes an den von der Scapula kommenden, endlich die gemeinsame Zwischensehne bestätigen, dass hier ein einziger, nur von zwei differenten Skelettheilen entspringender Muskel vorliegt.

Rechterseits ist ein Omo-cleido-hyoïdeus noch in bedeutenderer Ausdehnung ausgebildet. Der Ursprung des Muskels erstreckt sich vom oberen Rande der Scapula medial vom Lig. transvers. auch auf das Coracoïdstück, und setzt sich von da continuirlich auf die Clavicula fort, von der nur die beiden Enden ohne Beziehung zum Ursprung des Muskels sind. Die Clavicularportion besitzt eine ansehnliche Ursprungssehne. Der breite Muskelbauch dieses Omo-cleido-hyoïdeus verläuft ohne Zwischensehne oder Inscriptio tendinea medianwärts und vorwärts, erreicht aber nur mit seinem lateralen Abschnitt das Zungenbein. Dies trifft sich für die ganze Scapularportion und einen kleinen Theil der Clavicularportion, deren grösserer Theil zum Sternohyoïdeus verläuft. Lateralwärts entspringende Fasern nehmen den weitesten Verlauf nach vorne zu, indess die dem ster-

[1]) Proceedings of the royal Soc. Vol. XIII. 1864. pag. 300. XV. 1867. pag. 519. XVI. 1868. pag. 485.

nalen Ende der Clavicula näher entspringenden weiter nach abwärts zum Sternohyoïdeus treten. Nur ein Theil der zu letzterem Muskel gelangenden Züge des Omo-cleido-hyoïdeus tritt wirklich in ihn ein, und ist von den dem Muskel vom Ursprunge an angehörigen Bündeln nicht unterscheidbar. Der grössere Theil dagegen endigt in der Fascie des Sternohyoïdeus, einzelne Züge sind über den letzteren schräg hinweg verlaufend verfolgbar. Diese repräsentiren somit einen Cleidocervicalis. Der mächtigen Ausbildung dieses Omocleido-hyoïdeus correspondirt die geringe Entwickelung des Sternohyoïdeus derselben Seite. Nicht nur die Ursprungslinie des Muskels ist kürzer als die des anderseitigen, sondern auch sein Bauch ist bei weitem dünner. Beachtenswerth dürfte endlich noch sein, dass die laterale Ursprungsgrenze des Sternohyoïdeus mit der medialen des Omo-cleido-hyoïdeus zusammenstösst, dass aber die dort entspringenden Bündel des letzteren Muskels nicht parallel mit dem ersteren emporsteigen, sondern schon durch den schräg medianwärts gehenden Verlauf über den Sterno-hyoïdeus ausgezeichnet sind.

Die andere Gruppe von uns interessirenden Ursprungsmodificationen besteht aus Befunden, in denen der vom Schulterblatte entspringende reguläre hintere Bauch fehlt, und durch einen in der Regel vom mittleren Dritttheile der Länge der Clavicula entspringenden Bauch ersetzt wird. Ein solcher Muskel ist also ein reiner Cleidohyoïdeus. Dieses schon von älteren Autoren erwähnte Verhältniss umfasst die selteneren Fälle, von denen jene unterschieden werden müssen, wo bei normalem Omohyoïdeus von der Clavicula entspringende Muskelfasern in einen anderen Muskel, meist in den Sternohyoïdeus eingehen. Siehe darüber Wood [1]).

Dieser den Omohyoïdeus ersetzende, aber ihm keineswegs homologe Muskel, den ich selbst nur einigemale sah, gestattet verschiedene Auffassungen. Man kann ihn, wie das von den meisten Autoren geschieht, für einen Omohyoïdeus halten, dessen hinterer Bauch seinen Ursprung veränderte, und damit auf die Clavicula übertrat. In anderer Weise wird er dagegen als ein Theil des Omocleido-hyoïdeus beurtheilt. Beide Auffassungen besitzen nicht gleichen Werth; die erste davon lässt nämlich das Vorkommen des Omo-cleido-hyoïdeus ausser Betracht, und nimmt für den Omohyoïdeus eine Wanderung an, die in der Weise, wie sie vorausgesetzt wird, nicht beobachtet werden kann. Die zweite Deutung ist dem-

[1]) Proceedings of the royal Soc. Vol. XV. 1867. pag. 519.

nach der ersten vorzuziehen, da sie von etwas thatsächlichem, der Existenz des Omo-cleido-hyoïdeus nämlich, ausgeht. Die an diesem Muskel sich treffenden verschiedenen Zustände der Ausbildung der Scapularportion desselben lassen sich zum Theil als Reductionen wahrnehmen, so dass ihre Weiterbildung zu einer gänzlichen Rückbildung der scapularen Portion führen kann. Diese Rückbildung ist dann bei dem Bestehen eines Cleidohyoïdeus gegeben. So kann also der Cleidohyoïdeus vom Omo-cleido-hyoïdeus abgeleitet werden. Wollte man dem entgegensetzen, dass es doch wohl besser wäre, den Cleidohyoïdeus aus einer Verbreiterung des Ursprungs des Sternohyoïdeus abstammen zu lassen, wie sie ja in der That vorkommt, so habe ich darauf zu entgegnen, dass doch der Omohyoïdeus in keinem Falle ausser Betracht bleiben darf, da er ja den regulären Zustand repräsentirt, und dass ferner die bei weitem zahlreichsten Befunde des Omo-cleido-hyoïdeus durch mehr lateral als medial an der Clavicula befindliche Ursprünge ausgezeichnet werden. Wäre der Ausgang des Cleidohyoïdeus vom Sternohyoïdeus aus zu suchen, so müsste der Anschluss an diesen Muskel häufiger sein, in der That ist er aber der seltenere und gerade der Anschluss an den Omohyoïdeus ist der häufigere Fall. Selbst in dem von mir vorhin beschriebenen Falle, wo doch die Ursprungslinie des Omo-cleido-hyoïdeus unmittelbar in jene des Sternohyoïdeus sich fortsetzte, war die Verschmelzung mit dem letzteren nicht völlig, und die Fasern der Schlüsselbeinportion des Omo-cleido-hyoïdeus verhielten sich zum Sternohyoïdeus theilweise fremd, indem sie schräg über denselben hinwegliefen und in der Fascie endigten.

Wenn ich so den Cleidohyoïdeus auf den Omohyoïdeus beziehe, und nicht sofort auf den Sternohyoïdeus, so möchte ich damit nur den engeren Zusammenhang mit letzterem und die directe Abstammung von demselben ausgesprochen haben, keineswegs aber den Mangel aller Beziehungen zum Sternohyoïdeus oder Sternothyreoïdeus behaupten. Im Allgemeinen habe ich dieser Beziehungen schon oben Erwähnung gethan, und weiter unten werde ich noch darauf zurückkommen. Ich scheide also vorläufig jene Fälle von Cleidohyoïdeus, die dem Sternohyoïdeus oder Sternothyreoïdeus angehören, von den anderen dem Omohyoïdeus zukommenden ab. So z. B. die von Wood [1]) beobachteten, wo bei normalem Omohyoïdeus ein Muskelstreifen von der Mitte der Clavicula vorwärts und median zum Sterno-

[1]) Proceed. Vol. XVI.

hyoïdeus trat, oder aus dem sonst gleichfalls normalen Omohyoïdeus durch einen Schlitz hindurch gelangte, der durch den normal entspringenden Sternothyreoïdeus und ein in diesen eingehendes abnorm von der Clavicula entspringendes Muskelbündel gebildet war. Der von Davies-Colley, Taylor und Dalton[1]) beschriebene Fall ist dagegen hinsichtlich seiner Zugehörigkeit zweifelhaft. Ein über einen halben Zoll breites Muskelband entsprang von der Clavicula unter dem Sternomastoïdeus, und stieg zum Zungenbeinkörper und grossen Zungenbeinhorn empor, die beiden oberflächlichen Herabzieher bedeckend. Die Verbindung mit dem sonst normalen Omohyoïdeus fand also wohl erst an der Insertion statt, wenn sie überhaupt stattfand, da die angegebene Beziehung zu den beiden oberflächlichen Herabziehern eine Ueberlagerung des Sternohyoïdeus und Omohyoïdeus ausdrückt. Dann würde der Muskel dem Sternohyoïdeus zuzutheilen sein.

Zu diesen ins Bereich der Variation des Sternohyoïdeus und Sternothyreoïdeus fallenden Befunden wird auch der von W. Gruber als Costo-hyoïdeus beschriebene Muskel anzuführen sein. In dem Vorkommen desselben ist ein Uebergreifen des Ursprunges des Sternohyoïdeus nach rück- und abwärts ausgedrückt, und indem der Muskel durch den Ursprung mit dem Sternothyreoïdeus durch die Insertion mit dem Sternohyoïdeus übereinkommt, verbindet er Eigenschaften beider Muskeln.

Von Bedeutung an dieser Stelle ist das von Chudzinski[2]) bei einem Neger dargestellte Verhalten des Sternohyoïdeus. In diesem Falle fand sich rechterseits in der Mitte des Halses eine sehnige Unterbrechung des Muskels, von welcher dadurch ein oberer Bauch abgegrenzt war. Der untere Bauch weicht in seinem Verlaufe bedeutend lateralwärts ab, indem er den inneren Rand des sonst normalen Omohyoïdeus erreicht, und längs desselben zum Mittelstücke der Clavicula tritt, an der er sich mit einer kurzen aber breiten Sehne befestigt. Median von diesem somit schräg verlaufenden unteren Bauche findet sich eine starke Aponeurose, welche die beiderseitigen Sternohyoïdei untereinander verbindet.

In diesem Falle finde ich einen Uebergangszustand zu dem von

---

[1]) Guy's Hospital reports. Ser. III. Vol. XVIII. pag. 391.
[2]) Revue d'Anthropologie. T. II. Paris 1873. pag. 407.

W. Gruber[1]) beschriebenen vierbäuchigen Omohyoïdeus, bei welchem der mediale vordere Bauch mit dem Sternohyoïdeus verbunden war, und nicht blos einen von der Clavicula entspringenden medialen hinteren Bauch mittelst einer Zwischensehne aufnahm, sondern auch mit dem normalen von der Scapula kommenden hinteren Bauche eine breite Verbindung zeigte. Die erwähnte Zwischensehne erscheint als Inscriptio und setzt sich in eine im Sternohyoïdeus vorkommende fort.

Die einzelnen Zustände dieser in grosser Mannigfaltigkeit bestehenden Variation sind untereinander verknüpfbar. Alle besitzen das Gemeinsame einer Aenderung des Ursprungs, entweder einer Wanderung desselben auf benachbarte Knochenstrecken (womit sich eine Vermehrung des Volums des Muskels in die Breite verbindet), oder einer Verlegung desselben auf solche, womit in dem Maasse als die neue Muskelportion entwickelt ist, die von der primitiven Stelle entspringende rückgebildet oder völlig geschwunden erscheint. Gehen wir vom Omohyoïdeus aus, so treffen wir denselben von seiner medial vom Ligamentum transversum scapulae liegenden Ursprungsstelle in lateraler Richtung den Ursprung bis zum Coracoïdfortsatz hin ausdehnen, in anderen Fällen wieder von da auf die Clavicula fortgesetzt, und von der hinteren Fläche derselben sich weiter medianwärts erstrecken. So entsteht ein Coracohyoïdeus und ein Cleidohyoïdeus, von denen der letztere entweder für sich allein vorkommt, oder im Zusammenhang mit dem fortbestehenden Omohyoïdeus einen Omo-cleido-hyoïdeus repräsentirt. Dieser kann sogar noch, wie in dem von mir beschriebenen Falle, einen Coracohyoïdeus mit in sich begreifen. Ein Mangel der Schulterblatt- und der Coracoïdportion lässt den Muskel anscheinend als ein neues Gebilde sich darstellen.

Dieser Cleidohyoïdeus vermittelt den Uebergang zu den mehr medial entspringenden Muskeln. Durch die Fälle, in denen er mit dem Sternohyoïdeus sich verbindet, sowie durch jene, in denen der letztere Muskel eine laterale Ausdehnung seines Ursprungs erfährt, wird die Grenze zwischen medialen und lateralen Muskeln unbestimmt. War es also auch für einzelne Fälle möglich, die intermediäre zwischen Omo- und Sternohyoïdeus entspringende Muskelportion dem einen oder dem anderen Muskel zuzutheilen, so ist solches doch nicht für alle Fälle ausführbar, und man wird so zugestehen müssen, dass die

[1]) Vier Abhandl. aus d. Gebiete der med.-chirurg. Anatomie. 8. Berlin 1847. pag. 13.

Vergleichung der einzelnen Zustände jener Variationen zu der Auffassung der Zusammengehörigkeit all dieser Formen mit Nothwendigkeit hinführt. Bringt man damit noch den Austausch von Bündeln zwischen Sternothyreoïdeus, Omo- und Sternohyoïdeus in Verbindung, so ergeben sich diese Muskeln (selbstverständlich den Thyreohyoïdeus mit inbegriffen) als Angehörige einer und derselben einheitlichen Gruppe. Dies bestätigt auch die Innervation, die durch Aeste der drei ersten zum Theil auf einer Strecke der Hypoglossus-Bahn verlaufenden Cervicalnerven besorgt wird.

Indem sich aus der Vergleichung der Varietäten herausstellt, dass der Omohyoïdeus den vorderen Muskeln zugehört, können die bezüglichen Formen jener Varietäten gewissermassen als einzelne Stadien aufgefasst werden, welche der Muskel durchlief, und man wird sich vorstellen können, wie eine lateral, von einer gemeinsam vom Sternum zum Zungenbein verlaufenden Muskelmasse sich ablösende Portion durch voluminösere Entfaltung neue Ursprungsstellen gewinnt, und damit auf das Schlüsselbein übertritt. Man braucht nicht weit zu suchen, um solche Uebergriffe der Muskelursprünge auf benachbarte Skeletgebilde schon als innerhalb des gewöhnlichen, normalen Vorkommens häufige Erscheinungen anzutreffen, und die Beispiele sind so zahlreich und bekannt, dass ich sie gänzlich übergehe.

Der Uebertritt einer solchen ursprünglich gerade verlaufenden Muskelportion auf das Schlüsselbein wird unter selbstständigerer Ausbildung und bei der damit einhergehenden Ablösung von der Stammportion des Muskels einen gesonderten Muskel herstellen müssen, und zwar in dem Maasse, als die Ursprungsstelle lateralwärts auf dem Schlüsselbein vorgerückt ist. Eine fernere Ausdehnung der Ursprungslinie verlegt den Ursprung noch auf den Coracoïdfortsatz, und von da weiter auf die Scapula. Das Vorkommen eines Cleidohyoïdeus bei fehlendem Omohyoïdeus repräsentirt die ersten Stadien, sowie das Bestehen eines Omo-cleido-hyoïdeus den späteren Stadien angehört. In beiden Fällen stellt der vom Schlüsselbein entspringende Muskel einen intermediären Zustand vor, einen solchen, in welchem der Muskel entweder die laterale Ursprungsgrenze noch nicht erreicht hat, oder nach Erlangung der äussersten Ursprungsstelle, noch mit einem verschieden grossen Abschnitte auf dem Wege zu dieser Stelle sich befindet. Die als Regel erscheinende Rückbildung des clavicularen Muskelbauches lässt dann den von der untersten Grenze der Ursprungslinie entspringenden Omohyoïdeus übrig, dessen Ursprungs-

ausdehnung auf das Coracoïd, oder auf die Clavicula wieder auf dieselbe Weise von einem Ueberschreiten der Ursprungsgrenze ableitbar ist, wie die erste Sonderung dieser Muskeln aus einer medial vorhandenen Gruppe abzuleiten war.

Mit Zugrundelegung dieser Auffassung ist also nicht nur die weit abgerückte Ursprungsstelle des Omohyoïdeus erklärbar, sondern es werden auch die mannigfachen Ursprungsvarietäten des Muskels verständlich, von denen jede einzelne für die Gesammterscheinung von Bedeutung ist. Dass die Musculatur, aus der so der Omohyoïdeus sich ablöste, beim Menschen nicht mehr unverändert vorhanden ist, auch nicht mehr vorhanden sein kann, ergibt sich dann aus der gesonderten Existenz des Omohyoïdeus, was aber noch übrig blieb, ist im Sternohyoïdeus und Sternothyreoïdeus enthalten, die durch ihre Verlaufsrichtung den minder modificirten und damit conservativeren Theil dieser Musculatur vorstellen.

Die Zusammengehörigkeit des Omohyoïdeus und Sternohyoïdeus, also im Wesentlichen die von mir eben erläuterte Auffassung, ist bereits von Humphry [1]) ausgesprochen, dessen Aeusserung in meiner Darlegung eine von einer anderen Seite her unternommene Begründung findet. Dem steht die Auffassung Henle's [2]) entgegen, der sich darüber folgendermassen ausspricht: »Diese Sehne« — nämlich die Zwischensehne — »hat, wie sich aus den Varietäten des Muskels erschliessen lässt, die Bedeutung einer Rippe; der hintere Bauch ist eine Serratuszacke, der vordere ein dem Sterno-hyoïdeus, der ja auch theilweise von Rippen entspringt, analoger Muskel. Da die Rippe (eine unterste Halsrippe) nicht zur Entwickelung gelangt, fliessen beide Bäuche mittelst einer sehnigen Inscriptio ineinander«. Da ich durch eine Vergleichung der Varietäten zu einem ganz anderen Resultate gelangt bin, erscheint es geboten, jene Varietäten, auf welche Henle sich beruft, näher zu betrachten. Sie betreffen sämmtlich Muskelbündel, welche vom Thorax oder vom Schlüsselbein entspringend zur Scapula verliefen. Der von Theile [3]) beschriebene Fall bestand in einem von der ersten Rippe entspringenden dreh-

[1]) Journal of Anatomy. Vol. II. pag. 319.

[2]) Handb. d. systemat. Anatomie. Muskellehre. 1. Aufl. pag. 116. 2. Aufl. pag. 123. Aeby folgt dieser Auffassung. Lehrb. d. Anatomie. 1871. pag. 402.

[3]) S. Th. v. Sömmering, Vom Baue des menschl. Körpers. Bd. III. pag. 227.

runden Muskelbündel, welches zwischen M. supraspinatus und subscapularis eindrang, um sich breit am oberen Rande der Scapula, an der Ursprungsstelle des hier fehlenden Omohyoïdeus, inserirte. Die Beziehung dieses Muskels auf den Omohyoïdeus wird einmal durch das Fehlen eines wahren Omohyoïdeus, dann aber auch durch die Befestigungsstelle an der Scapula unterstützt. Das erstere Verhältniss halte ich nicht für wichtig genug, denn das Fehlen eines Omohyoïdeus gehört nicht zu den so ganz seltenen Fällen, dass aus ihm die Ablenkung des vorhandenen Muskelbauches zur ersten Rippe mit Nothwendigkeit abzuleiten wäre. Die Befestigung an der Scapula kann wohl eher auf einen Omohyoïdeus verweisen, und die Fälle wo bei einem Fehlen des vorderen Bauches der hintere Bauch des Omohyoïdeus in die Halsfascie verläuft, könnten als vermittelnde Uebergänge zu jener Rippeninsertion gelten. Aber dann läge allemal der Ausgang in einem Rückbildungszustande des Muskels, denn die durch den vorderen Bauch vermittelte Hyoïd-Insertion wird in keinem Falle als ein secundärer, etwa durch vorgängiges Bestehen einer Insertion in die Halsfascie erreichter Zustand gelten können. Eine derartige Annahme würde sich zu weit von allen über den Muskel vorliegenden Thatsachen entfernen. Eine Entscheidung über den Muskel würde nur die Kenntniss seiner Innervation geben können, über welche jedoch nichts vorliegt. Ich lasse also fraglich, ob der Theile'sche Fall wirklich zum Omohyoïdeus gehört, oder wie Theile ihn auffasst, zu den Varietäten der obersten Portion des Serratus anticus major, aber selbst wenn er aus einem Omohyoïd hervorging, repräsentirt er nur einen weit rückgebildeten Zustand.

Ein anderer gleichfalls von Henle citirter Fall ist von W. Gruber[1]) beschrieben, und von demselben zu den Varietäten des Subclavius gerechnet worden. In der Nähe des Omohyoïdeus-Ursprunges entsprang ein zur 1. Rippe verlaufendes Muskelbündel, dessen Endsehne mit dem Subclavius sich verband. In einem zweiten Falle des Bestehens dieser Varietät fehlte der letztgenannte Muskel. In gleicher Weise möchte ich die von Luschka[2]) erwähnten Fälle deuten. Da der vorhandene Omohyoïdeus zu diesen Muskeln gar keine Beziehungen besass, können diese Varietäten auch nicht als Uebergänge des Omohyoïdeus zum Serratus angesehen werden. Was die von

---

[1]) Neue Anomalieen, als Beiträge zur physiolog., chirurg. und patholog. Anatomie. 4. Berlin 1849. pag. 19.

[2]) Archiv f. Anat. u. Physiolog. 1856. pag. 284.

R. Wagner[1]) nur ganz kurz aufgeführten Wahrnehmungen betrifft, auf die Henle gleichfalls sich zu stützen scheint, so beziehen sich dieselben wohl auf den Omohyoïdeus, aber in einem ganz anderen Sinne, da Wagner selbst sie mit der von Krause als Coracocervicalis beschriebenen Varietät in Verbindung bringt. Aus den Varietäten des Omohyoïdeus dürfte also kein Anhaltspunct für die Zusammengehörigkeit des Muskels zum Serratus abzuleiten sein. Vielmehr sprechen gerade die häufigsten Vorkommnisse dagegen.

Was endlich die Bedeutung der Zwischensehne des Muskels angeht, so wäre, wenn man sie auf eine Halsrippe beziehen wollte, für's erste die Frage zu behandeln, ob solche quer die Muskeln durchsetzende Inscriptionen überhaupt von Rippenbildungen ableitbar seien. Die Erfahrung vermag keine zwingenden Gründe für diese Anomalien beizubringen. Die Zwischensehne des Biventer cervicis, die sich häufig als Inscriptio tendinea auch auf den Complexus major erstreckt, lehrt, dass solche Gebilde auch an Muskeln vorkommen, die mit Rippen nicht im Entferntesten in Beziehung stehen. Dagegen zeigt die vergleichende Anatomie, wie solche Inscriptiones tendineae Rudimente von Zwischenmuskelbändern sind, jenen der Metamerie des Körpers entsprechenden bindegewebigen Septis, welche die primitive Musculatur dorsal wie ventral in quere Abschnitte zerlegen. Im ventralen Theile solcher Septa entfalten sich zwar die Rippen, aber sie bedingen sie nicht, vielmehr sind die Septa die Voraussetzung für die Existenz der Rippen. Da nun ferner keine Thatsache vorliegt, in welcher die Zwischensehne des Omohyoïdeus durch eine Halsrippe vertreten wäre, wird man jene Auffassung auch nicht für begründet halten können.

Die Zwischensehne des Omohyoïdeus wird also wie andere transversale sehnige Einschaltungen in gerade verlaufenden Muskeln zu beurtheilen sein, wie jene des Biventer cervicis, des Rectus abdominis, als ein Rest einer primitiven Scheidung des Muskels in einzelne den Metameren des Körpers entsprechende Abschnitte. Eine häufig im unteren Theile des Sternohyoïdeus vorkommende sehnige Inscriptio lässt dieses Verhältniss nicht minder erkennen, und ist zugleich ein Zeugniss für die nahe Verwandtschaft dieses Muskels mit dem Omohyoïdeus.

Während aber die Zwischensehne des Sternohyoïdeus in ihrem nicht allgemeinen Vorkommen als eine in der Rückbildung begriffene

[1]) Heusinger's Zeitschrift für organ. Physik. Bd. III. pag. 335.

Einrichtung erscheint, unter der durch die vergleichende Anatomie bestätigten Voraussetzung, dass jene geraden Halsmuskeln dem System des Rectus abdominis angehören, auch die Metamerie mit diesem theilen: so ist die Zwischensehne des Omohyoïdeus als eine constantere Bildung noch in voller Bedeutung.

Ihr Fehlen ist im Vergleich zu ihrem Vorkommen untergeordnet, und zeigt sich wieder als eine allmälige Rückbildung, wenn man die einzelnen Fälle, in denen sie nur einen Theil des Muskels als wechselnd starke Inscriptio durchsetzt, zusammenhält.

Es darf wohl gefragt werden wie es komme, dass in einem Muskel derselben Gruppe die Zwischensehne sich forterhält, indess sie in dem anderen fast verschwunden ist. Dafür kann eine Antwort in dem Verlaufe und der Lage des Muskels gefunden werden. Die Sehne entspricht dem Winkel des Muskelverlaufs, findet sich also an einer Stelle, an der die Zugrichtung des Muskels eine Abänderung erfährt, so dass im Fortbestehen der den Muskel in zwei Bäuche sondernden Inscriptio eine der Wirkung günstige Einrichtung sich darstellt.

Auch aus der Lage der Zwischensehne ergeben sich ihr Bestehen erklärende Verhältnisse. Sie findet sich nämlich gerade da, wo der Muskel über die Scheide der grossen Halsgefässe hinweg, nicht nur aufwärts sondern auch einwärts umbiegt, so dass er einen Winkel in doppeltem Sinne beschreibt[1]). Ein sehniger, also bei der Muskelaction passiv bleibender Theil im Muskelverlaufe, wird auf das unter ihm liegende Blutgefäss, den Stamm der Jugularvene, keinen Druck ausüben, wenn er durch die Wirkung der ihn nach aussen gegen die Clavicula zu festhaltenden Fascie auch während der Action der beiden durch ihn verbundenen Muskelbäuche in einer zur Vene gleichmässigen Lage erhalten wird.

In dieser functionellen Bedeutung der Zwischensehne und der den Omohyoïdeus befestigenden Fascie ist die Ausbildung dieser Sehne aus einer einfacheren Inscriptio tendinea verständlich[2]). Die Lagebeziehung der Zwischensehne zur Jugularvene kann der Annahme das Wort reden, dass in der Sehne eine Anpassungserscheinung des Muskels an seine Lage bestehe, d. h. dass die Sehne sich durch den

---

[1]) Siehe hierüber, wie über verschiedene die Wirkung betreffende Angaben: W. Gruber, Vier Abhandlungen. pag. 9.

[2]) Albin bemerkt hierüber: »tanquam si inter Cleidomastoïdeum a parte priore, et Scalenum priorem venamque jugularem internam a posteriore compressus fuisset«. Hist. musculorum hominis. Leidae Batav. 1734. pag. 200.

Verlauf des Muskels über die Halsgefässe, und durch seine hier stattfindende doppelte Winkelrichtung, ausgebildet habe. Beachtet man hierzu noch den Verlauf des Sterno-cleido-mastoïdeus über den Omohyoïdeus, welcher letztere gerade da, wo der erstere aussen seinen Weg kreuzt, innen um die Vene sich hinweg schlägt, so wird die mechanische schon von ALBIN angedeutete Einwirkung dieser beiden Factoren noch mehr einleuchten. Es lag also nahe, daran zu denken, dass die Zwischensehne erst im Laufe der individuellen Entwickelung durch eine von jenen zwei Stellen aus auf den Muskel ausgeübten Druck entstehe, dass also die Anpassung ontogenetisch bestehe und so unmittelbar nachweisbar sei. Die Untersuchung hat das nicht bestätigt. An den Leichen von 7 Neugebornen war die Sehne wie beim Erwachsenen, und eine Anzahl darauf untersuchter Embryonen bis zur 12. Woche herab, ergab gleichfalls nichts hierher Bezügliches, ausser dass in einem Falle (bei einem Fötus von ca. 14 Wochen) die Zwischensehne gänzlich fehlte.

Es kann also für die ontogenetische Entstehung der Sehne aus einer Anpassung für jetzt noch kein Beweis geführt werden, und die Frage bleibt offen. Dagegen geht aus dem Zusammenhalte aller bezüglichen Thatsachen jedenfalls soviel hervor, dass die Zwischensehne nicht nothwendig als eine dem Omohyoïdeus ursprünglich fremde Einrichtung zu gelten hat, dass sie vielmehr nur die Weiterbildung einer blossen Inscriptio vorstellt, die eine der Stammgruppe des Muskels zukommende Eigenthümlichkeit ausmacht. Durch den aus der Verwerthung der am zahlreichsten vorkommenden Varietäten gelieferten Nachweis der Zugehörigkeit des Omohyoïdeus zum Sternohyoïdeus, wird auch die morphologische Bedeutung der Zwischensehne aufgeklärt. Ist sie somit als Inscriptio etwas Ererbtes, so mag in der Ausbildung zur länger gestalteten Sehne immerhin eine Wirkung jener oben erwähnten Factoren gegeben sein, die aber mit grosser Wahrscheinlichkeit sich nicht mehr ontogenetisch wiederholt.

Wir finden also auch für die Zwischensehne eine zureichende Erklärung in der Beziehung des Muskels zum Sternohyoïdeus, wobei wiederum der Schwerpunct auf den diese Zusammengehörigkeit beurkundenden Cleidohyoïdeus fällt.

Ist das Vorkommen des Cleidohyoïdeus beim Menschen, wie es oben aufgefasst wurde, ein niederer Zustand, der mit der Ablösung des Omohyoïdeus aus einer gemeinsamen vorderen, gerade verlaufenden Muskelmasse in Verbindung steht, so wird diese Bildung bei niederen Wirbelthierformen gleichfalls vorkommen und mit Wahr-

scheinlichkeit in einzelnen Abtheilungen als Regel bestehen. Ich gebe daher in Folgendem eine kurze Uebersicht der bezüglich des Omohyoïdeus bekannten Verhältnisse.

Unter den Monotremen bestehen bezüglich dieses Muskels sehr bedeutende Verschiedenheiten, denn bei Echidna weicht er, nach Mivart [1]), mit Ausnahme des sich weit an der inneren Oberfläche der Scapula herabziehenden Ursprungs, kaum von dem bekannten Verhalten ab, indess er bei Ornithorhynchus nicht gesondert erscheint.

Unter den Beutelthieren sehe ich bei Halmaturus wie bei Didelphys gleichfalls nur einen scapularen Ursprung. Bei vielen Insectivoren und Carnivoren ward er vermisst. Einzelne sollen ihn besitzen, so der Igel, Dachs, die Hyäne und Fischotter, bei welcher ihn Meckel [2]) auf einer grossen Strecke mit dem Sternohyoïdeus vereinigt sah. Cuvier [3]) fand ihn da getrennt. Unter den Nagern ist er Cuvier zufolge in den eine Clavicula besitzenden Gruppen vorhanden, indess bei den das Schlüsselbein entbehrenden sein Fehlen constatirt ist.

Bei den Edentaten fehlt der Omohyoïdeus den Faulthieren nach Cuvier und Meckel; Humphry [4]) bestätigt das, und vermisst ihn auch bei den Manis. Nach Galton [5]) trifft das auch für Orycteropus und für Dasypus zu. Auch bei Myrmecophaga scheint er zu fehlen, da ihn Owen [6]) nicht erwähnt. Es dürfte also wohl die ganze Ordnung den Muskel entbehren.

In der Abtheilung der Ungulaten ist er vorhanden. Bei den Wiederkäuern ist jedoch eine Ursprungsänderung eingetreten, indem der dem Omohyoïdeus homologe Muskel nach Cuvier von den Querfortsätzen der letzten Halswirbel entspringt. Den gleichen Muskel beschreibt Owen [7]) bei der Giraffe mit einem Ursprunge vom dritten Halswirbel. Wie diese Abweichung zu deuten, muss hier übergangen werden.

Für die Pinnipedier wird ein Mangel des Muskels für die Regel gehalten, doch macht Humphry [8]) bezüglich des Sternohyoïdeus

---

[1]) Transact. Linn. Soc. Vol. XXV. London 1866. pag. 383.
[2]) System der vergl. Anatomie. Bd. IV. pag. 678.
[3]) Leçons. T. IV. I. Partie. pag. 489.
[4]) Journal of Anatomy. Vol. IV. pag. 29.
[5]) Transact. Linn. Soc. 1870. pag. 571., ferner Vol. XXVI. pag. 526.
[6]) Transact. zool. Soc. Vol. IV. pag. 127.
[7]) Transact. zool. Soc. Vol. II. pag. 233.
[8]) Journal of Anatomy. Vol. II. pag. 319.

von Phoca eine Bemerkung, die hier nicht übergangen werden kann. Er sagt nämlich, dass der Sterno-hyoïdeus im Herabsteigen vom Zungenbein sich fächerförmig ausbreite, und an das Sternum und an das innere Tuberculum des Humerus angeheftet sei, sowie an einen Fascienstreif, der zwischen jenen beiden Stellen sich erstrecke. Wie die hieran angeschlossene Bemerkung zeigt, sieht Humphry in dem lateralen Theile dieses Muskels einen Omohyoïdeus in noch indifferentem, d h. mit dem Sternohyoïdeus verbundenem Zustande.

Man wird dadurch zu der Frage angeregt, ob nicht in manchen anderen Fällen das Fehlen des Omohyoïdeus durch das Bestehen eines jenem ähnlichen niederen Zustandes bedingt sei. Neue, sorgfältige Untersuchungen werden diesen Aufschluss bieten können. Bei anderen Pinnipediern scheint nichts derartiges vorzukommen, wie aus der durch Murie [1]) von Otaria gegebenen Myographie ersichtlich ist.

Auch für die Chiropteren wird bei Cuvier das durchgehende Fehlen des Omohyoïdeus angegeben. Aber bei Noctulina ist durch Macalister [2]) ein Muskelband gefunden worden, welches von der Mitte der Clavicula zum Sternohyoïdeus sich erstreckt, und zwar zur Mitte dessen Länge, wo es sich an eine sehnige Inscriptio ansetzt.

Ein wahrer Omohyoïdeus besteht nicht, wohl aber kann kein Zweifel sein, dass in jenem Cleidohyoïdeus jenes die Verbindung des Sterno- mit dem Omohyoïdeus vermittelnde Glied zu suchen ist, also ein Zustand, wie er auch zuweilen beim Menschen sich vorfindet.

Die Prosimiae scheinen dagegen mit einem völlig differenzirten Omohyoïdeus ausgestattet zu sein. Burmeister [3]) beschreibt einen solchen bei Tarsius, Owen [4]) bei Chiromys.

In seiner ausgebildeten Form allgemein verbreitet kommt der Muskel den Affen zu. Die von Vrolik [5]) bei Macacus, Inuus und Cynocephalus vermisste Zwischensehne fand Macalister und Champnays, wenn auch nur schwach vor, auch bei Inuus, Cynocephalus porcarius und Hamadryas, dann bei Macacus cynomolgus. Unter den anthropoïden Affen ist nach Duvernoy [6]) beim Gorilla der Muskel

---

[1]) Transact. zool. Soc. Vol. VII. pag. 548.

[2]) Transact. royal Soc. Vol. 162. London 1872. pag. 134.

[3]) Beiträge zur näheren Kentniss der Gattung Tarsius. Berlin. 1846. pag. 34.

[4]) A Monograph on the Aye-Aye. London 1863. pag. 29.

[5]) Recherches d'Anat. comp. sur le Chimpanzé. Amsterdam 1841.

[6]) Archives du Muséum. T. VIII. S. 187. pag. 27.

ähnlich wie beim Menschen, und Vrolik, sowie später Macalister[1]) trafen ihn auch beim Schimpanse an, wenn auch sehr schwach entwickelt. Wir finden also auch hier die Form wie sie für den Menschen als Regel gilt, in allgemeiner Verbreitung. Doch fehlt die Vermittelung zum Sternohyoïdeus nicht ganz, denn Gratiolet[2]) beschreibt bei Troglodytes Aubryi einen Muskelbefund, der sich an die beim Menschen oben erwähnten Varietäten völlig anschliesst. Es bestehen nämlich zwei hierher gehörige Muskeln: der erste entspricht dem normalen Omohyoïdeus des Menschen, und begibt sich vom oberen Rande der Scapula, unmittelbar hinter der Incisur entspringend, zum Zungenbeinkörper empor. Der zweite Muskel entspringt von der mittleren Partie des lateralen Dritttheils der Clavicula, und vereinigt sich, indem er emporsteigt mit dem vorhergehenden in der Höhe des 6. Halswirbels, woselbst die Muskelfasern durch eine sehnige Inscriptio unterbrochen sind. Dieser Theil entspricht also einem Cleidohyoïdeus.

Die Befunde bei Säugethieren lassen somit bezüglich der in Frage stehenden Muskulatur vier verschiedene Verhältnisse erkennen. In dem einen fehlt der Omohyoïdeus gänzlich und ebenso ein Cleidohyoïdeus in einem zweiten Falle ist nur der letztere Muskel vorhanden (Noctulina). In einem dritten besteht ein Omo- und Cleidohyoïdeus (Troglodytes Aubryi), endlich bei der Mehrzahl, und zwar bei Repräsentanten der meisten grösseren Gruppen ist nur ein Omohyoïdeus vorhanden.

Diese Thatsachen sind für die Ableitung der für den Menschen bestehenden Befunde aus einem noch bei Säugethieren vorkommenden Verhalten in sofern günstig, als sie bei einem anthropoïden Affen, dann bei einem Chiropteren Uebergangsformen erkennen lassen. Auch die von Humphry gegebene Darstellung bei Phoca ist wichtig genug, da sie nahe legt, wie in jenen gewöhnlich als ein Fehlen des Omohyoïdeus aufgefassten Befunden ein Zustand erkannt werden kann, der als beginnende Sonderung des Muskels erscheint.

Es dürfte also die Frage aufzuwerfen sein, ob in den durch

---

[1]) Annals and Magazine of nat. hist. 1871. pag. 343.

[2]) Nouvelles Archives du Muséum d'hist. nat. T. II. Paris 1866. pag. 139. — Zwischen Omo- und Cleido-hyoïdeus ragt eine seitliche Abzweigung des subclaviculären Luftsackes vor. — Da nur Ein Specimen untersucht ward, so bleibt noch fraglich, ob es sich um ein regelmässiges Vorkommen oder um eine Varietät handelte, und das um so mehr, als das beschriebene Verhalten gerade der beim Menschen sehr häufig bestehenden Varietät entspricht

Mangel eines Omohyoïdeus ausgezeichneten Säugethierabtheilungen nicht vielmehr eine noch nicht vollzogene Differenzirung, dann eine völlige Rückbildung des ehedem einmal vorhandenen Muskels vorliege, eine Frage, welche nur durch genaue und ausgedehnte, aber von jenen Gesichtspuncten geleitete Forschung zu beantworten ist.

Eine fernere Bestätigung der Sonderung des Omohyoïdeus aus einer in ihren einfacheren Zuständen gerade verlaufenden, dem System des Rectus abdominis angehörigen Musculatur findet sich bei den Reptilien. Bei den Crocodilen entspringt so ein Muskel vom Episternum und verläuft zum Zungenbein. Die Saurier besitzen diesen Muskel theils vom Episternum, theils von der Clavicula entspringend und damit in bedeutend lateraler Ausdehnung.

Es ist der Episterno-cleido-hyoïdeus sublimis FÜRBRINGER's [1], den dieser von einem tieferen, nur vom Episternum entspringenden Muskel, mit dem frühere Untersucher ihn vereinigt betrachteten, ablöste. Die laterale Ursprungs-Ausdehnung dieses Muskels kann sich bis zur Clavicula-scapular-Verbindung erstrecken, wie von SANDERS [2] von Platydactylus erwähnt wird, und nach mündlicher Mittheilung FÜRBRINGER's tritt sie bei Uromastix wirklich auf die Scapula über, so dass diese Portion des Muskels ganz unzweifelhaft einem Omohyoïdeus entspricht. Dass auch in der clavicularen Portion Beziehungen zum Omohyoïdeus vorliegen, war früheren Autoren bekannt, und ward von ihnen dadurch ausgedrückt, dass sie jenen Theil geradezu als Omohyoïdeus bezeichneten oder ihn mit dem medialen vom Episternum entspringenden, als einen dem Sterno- und Omohyoïdeus zusammen entsprechenden Muskel auffassten. Durch dieses unter den Reptilien bestehende Vorkommen eines in seinem Ursprunge vom Sternum (resp. Episternum) bis zur Scapula sich erstreckenden Muskels, der am Zungenbein seine Insertion findet, wird es über allen Zweifel gestellt, dass da, wo bei den Säugethieren eine Scheidung in einen vom Sternum und in einen vom Schulterblatte entspringenden Muskel vorkommt, diese Sonderung durch einen Ausfall der clavicularen Ursprungsportion entstanden sein musste.

---

[1] Die Knochen und Muskeln der Extremitäten bei den schlangenähnl. Sauriern. 4. Leipzig 1870. pag. 17. — Man sehe auch MIVART, Proceed. zool. Soc. London 1867. pag. 780. SANDERS, ibidem. 1872. pag. 156. HUMPHRY, Journal of Anat. Vol. VI. pag. 291.

[2] Proceedings of zoolog. Soc. 1870. pag. 414.

In dem vereinzelten Vorkommen einer clavicularen Portion, sei es bei Chiropteren, bei Troglodytes Aubryi, oder beim Menschen als häufig bestehende Varietät, wird daher eine von jenen niederen Zuständen her forterhaltene Organisation, oder ein Rückschlag zu jenen zu sehen sein.

Durch die vergleichend-anatomischen Thatsachen wird nicht blos dem Omohyoïdeus seine richtige Stellung angewiesen, sondern auch die anatomische Bedeutung der betrachteten Varietäten des Muskels beim Menschen aufgeklärt. Aus beiden Verhältnissen aber ergibt sich auch eine neue Auffassung für die den Winkelverlauf des menschlichen Omohyoïdeus bedingende Fascie. Diese fehlt nämlich in dem Maasse als die claviculare Ursprungsportion des Omohyoïdeus ausgebildet ist, und sich medianwärts erstreckt. An fünf während des letzten Wintersemesters beobachteten Fällen, von denen einer bereits oben beschrieben ward, habe ich die Wechselbeziehung zwischen aponeurotischer Fascie und Cleidohyoïdeus feststellen können.

Somit vertrat der Cleidohyoïdeus in jenen Fällen morphologisch die Fascie, aber auch physiologisch kommt dem Muskel eine ähnliche Bedeutung zu, da er den Omohyoïdeus an die Clavicula festhält, bei seiner Action die Näherung sogar noch steigern muss. Nimmt man hierzu in Betracht, dass der vordere Bauch des Omohyoïdeus wie schon von Henle (l. c.) angegeben ward, an seinem medialen Rande zuweilen einen wenn auch geringen Zuwachs an Muskelbündeln erhält, so wird die Fascie auf einen rückgebildeten Cleidohyoïdeus bezogen werden dürfen.

In dieser Hinsicht war mir eine an der Leiche eines neugeborenen Kindes gemachte Beobachtung von Wichtigkeit. Ich hatte nämlich die fragliche Fascie bei einer Anzahl von Leichen einer mikroskopischen Prüfung unterzogen, und fand dabei in jenem Falle, in dem die Fascie wie in den anderen makroskopisch nichts Auffallendes darbot, zwischen den bindegewebigen, theilweise sehnigen Lagen, eine Schicht quergestreifter Fasern, die Fascie in der Verlaufs-Richtung des Cleidohyoïdeus durchsetzend.

Die Muskelschicht bot nur eine einzige Faserlage, die auch nicht einmal überall continuirlich war. Am medialen Rande schloss sich strafferes Bindegewebe an sie an. Das Verhalten war beiderseits gleich. Die Ausdehnung des Ursprungs der Muskellage kam etwa dem mittleren Dritttheile der Länge des Schlüsselbeins

gleich. Zählt auch dieser Fall zu den vereinzelten, Ausnahmen darstellenden Vorkommnissen, so ist er doch von einiger Wichtigkeit, denn er lehrt einen Zustand des Cleidohyoïdeus kennen, in welchem bei ansehnlicher Ursprungs- und Flächenausdehnung eines Muskels die Reduction nur die Dicke betroffen hatte, aber so weit gediehen war, dass der Muskelbauch nur eine einzige Faserlage vorstellte. Damit stellt sich dieser Zustand allen den, gleichfalls als Reductionen erscheinenden Zuständen des Cleidohyoïdeus gegenüber, bei denen die Rückbildung am medialen oder lateralen Rande des Muskels Platz greift.

Auf diese sowohl aus dem Befunde der Fascie, als aus ihrem Verhalten zum Omohyoïdeus, wie aus den sogenannten Varietäten des letzteren hervorgehenden Verhältnisse gestützt, möchte ich die fragliche Fascie für ein ursprünglich durch einen Muskel vorgestelltes Gebilde erklären, nach dessen allmäliger Reduction, die an seiner Stelle aufgetretenen Sehnenfasern eine aponeurotische Fascie herstellen, welche den Omohyoïdeus in gleicher Weise, wie es vorher durch den Muskel geschah, an die Clavicula befestigen. Die Fascie bestimmt dann ebenso die Winkelstellung des Omohyoïdeus, wie das vordem durch den Cleidohyoïdeus geschah. Nimmt man zu den bereits aufgeführten Thatsachen noch die hinzu, dass die Umbildung von Muskeln oder Muskelpartieen in aponeurotische Gebilde nicht zu den Seltenheiten gehört, so wird jene Deutung dadurch nur gestärkt werden. So findet also sowohl das eigenthümliche Verhalten des Omohyoïdeus in Verlauf und Verbindung mit dem Schlüsselbein ebenso eine Erklärung, wie eine solche auch einem grossen Theile der Varietäten dieses Muskels auf demselben Wege zu Theil wird.

Die Ergebnisse dieser Untersuchung fasse ich in Folgendem zusammen:

1) Der Omohyoïdeus gehört zu der Muskelgruppe, welche beim Menschen noch vom Sternohyoïdeus und Sternothyreoïdeus vorgestellt wird.

2) In niederen Zuständen erstreckt sich der Ursprung dieser Muskelgruppe continuirlich vom Sternalgebiete aus über die Clavicula, und setzt sich von da auf die Scapula fort (Reptilien).

3) Durch eine Sonderung der einzelnen Portionen dieses Muskels entstehen discrete, als Sterno-, Cleido- und Omo-hyoïdeus unterschiedene Muskeln.

4) Der meist dem Omohyoïdeus sich anschliessende Cleidohyoïdeus trifft sich beim Menschen häufig wiederkehrend, und stellt die häufigste Varietät des Omohyoïdeus dar.

5) Aus der Rückbildung des Cleidohyoïdeus erklärt sich die Entstehung der den Omohyoïdeus an die Clavicula befestigenden Fascie.

Zur genaueren Kenntniss der Zitzen der Säugethiere.

Von

C. Gegenbaur.

(Mit Tafel VIII.)

Im Anschluss an die von M. Huss[1]) gelieferte Untersuchung über die Entwickelungsgeschichte der Milchdrüsen beim Menschen und bei Wiederkäuern, ward von mir der Versuch gemacht, die daraus gewonnenen Ergebnisse mit anderen bereits bekannten Thatsachen zu verknüpfen, und zwischen sehr differenten Zuständen dieser der Brutpflege der Säugethiere dienenden Integumentgebilde einen logischen Zusammenhang herzustellen.

Es war dabei von den für die Monotremen bekannten Befunden ausgegangen worden. Bei Ornithorhynchus ist bekanntlich jederseits am Abdomen eine Gruppe grösserer Hautdrüsen vorhanden, deren Ausführgänge eine auch sonst etwas modificirte Hautfläche siebförmig durchbohrt erscheinen lassen. Dieses »Drüsenfeld« bildet bei Echidna den Grund einer taschenförmigen Einsenkung, der Mammartasche, in welcher das unreif geborene Junge geborgen wird. Zu dem bei Ornithorhynchus durch die Drüsen gegebenen Ernährungsapparat ist also bei Echidna noch ein Schutzorgan gekommen, das aus dem Rande des Drüsenfeldes, wiederum vom Integumente her, entstand. Von Zitzenbildungen ist in beiden Gattungen keine Andeutung sicher bekannt, so dass nur vermuthet werden kann, dass das dem Drüsenfelde angelegte Junge entweder vom Secret der Drüsen bespült wird, oder sich durch Ansaugen am Drüsenfelde temporär eine Zitze formt. Die bei Echidna bleibend ausgeprägte Ein-

[1]) Jenaische Zeitschrift. Bd. VII. pag. 176.

richtung kommt vorübergehend auch den übrigen Säugethieren zu, soweit dieselben untersucht sind. Eine Wucherung der Epidermis, resp. des Stratum Malpighii derselben, bildet eine allmälig an Breite und Tiefe zunehmende Einsenkung in die Lederhaut. So fand es Huss bei Wiederkäuern, und in Bestätigung der früher von Langer, dann von Kölliker gemachten Angaben, beim Menschen. Vom Boden der die Lederhaut-Einsenkung auskleidenden Epidermisschicht aus, wachsen nun die Drüsen in die Lederhaut, und so bildet sich die gesammte, durch die erste Epidermiswucherung ausgezeichnete, allmälig auch von aussen her sich vertiefende Stelle zu einem Drüsenfelde aus.

Bei den Beutelthieren ändern sich die Verhältnisse durch functionelle Modificationen, indem die Mammartasche nicht mehr das Junge aufnimmt. Als compensirendes Schutzorgan tritt das Marsupium in Thätigkeit. Dieses übernimmt so als Ganzes die Verrichtung einer vorher bestehenden grösseren Anzahl von Einzelorganen, ähnlich wie der Kiemendeckel der Teleostier die Function der bei den Selachiern einzeln über den äusseren Kiemenöffnungen sich hinziehenden Hautfalten in sich vereinigt hat. Die Mammartaschen gehen bei dieser Aenderung ihrer Function keine völlige Rückbildung ein, vielmehr erhebt sich in ihrem Boden eine das Drüsenfeld tragende Papille, die während des Säugens sich auszieht, und so die Zitze vorstellt.

Von dieser Form sind zwei verschiedene Typen ableitbar. Der eine kommt dadurch zu Stande, dass der das Drüsenfeld umgebende Hautwall sich bedeutender erhebt, wodurch die Fläche des Drüsenfeldes tiefer zu liegen kommt. Im ferneren Verlaufe des Wachsthumes tritt die Entfaltung des Hautwalles in einer zur Integumentfläche senkrechten Richtung bedeutend hervor, und so gestaltet sich im Fortschritte dieses Vorganges aus dem Drüsenfeldwalle ein zitzenartiges Gebilde, welches bei Wiederkäuern auch wirklich als Zitze fungirt. Die Mammartasche wird dabei in einen Canal umgewandelt, den Strichcanal. Dass auch die Einhufer diesen Typus besitzen, habe ich aus der Vergleichung mit den Wiederkäuern darzuthun versucht.

Der andere Typus scheint bei den monodelphen Säugethieren mit Ausschluss der Ungulaten zu bestehen. Die Mammartasche erscheint, wie am genauesten vom Menschen bekannt ist, nur als rasch vorübergehende Anlage des gesammten Apparates, und eine centrale Erhebung des Drüsenfeldes bildet sich zur Papille aus, indess der

Drüsenfeldwall, als Rand der Mammartasche, sich abflacht, und die Grenze der Areola mammae repräsentirt. Das bei den Beutelthieren nach J. Morgan's Darstellung von Halmaturus noch theilweise, wenn auch nur als eine Scheide für die Zitze fungirende Gebilde, ist also hier gänzlich zurückgetreten, und als wesentlichster Theil erscheint die Papille oder Zitze, die jedenfalls das späteste Product am gesammten Apparate vorstellt. Wie die am Menschen zu beobachtenden Verhältnisse lehren, entspricht hier wieder die Ontogenie der Phylogenie, denn es besteht nach der Geburt noch relativ lange Zeit eine wenn auch ziemlich flache Mammartasche, ehe sich auf deren Boden die Papille zu erheben beginnt, und nicht selten dauert der primitive Zustand sogar fort, wie das bei den tiefliegenden Papillen der Fall ist.

Aus dieser Darstellung ergab sich, dass die Zitze der Wiederkäuer ein völlig anderes Gebilde ist, als die Zitze eines Beutelthieres oder die Papilla mammae des Menschen, und es ist daraus wieder ersichtlich, wie morphologisch ganz differente Organe in einer und derselben Function stehen können, und demgemäss in Anpassung an die gleichartige Verrichtung, bei nur oberflächlicher, die morphologisch wichtigen Verhältnisse ausser Ansatz lassender Betrachtung, einander ähnlich erscheinen.

Die in der vorstehenden Skizze der Vergleichung der Zitzenverhältnisse der Säugethiere behandelten Fragen lassen noch viele Puncte offen, da die Kenntniss der bezüglichen anatomischen Thatsachen sowohl, wie der einzelnen Entwickelungsvorgänge für die bezeichneten Organe auf relativ niederer Stufe steht. Wir wissen unendlich viel mehr und Genaueres über die Structur und Textur der anderen Integumentorgane der Säugethiere, als über den nicht blos physiologisch, sondern, wie ich gezeigt zu haben glaube, auch morphologish wichtigen Apparat der Milchdrüsen und ihrer Ausführwege.

Zur theilweisen Ausfüllung der in der Kenntniss dieser Organe bestehenden Lücken kann das, was ich in Nachfolgendem zur Mittheilung bringe, nach manchen Seiten hin dienen, wenn die ihm zu Grunde liegenden Untersuchungen auch nichts weniger als ausgedehnt sind.

Sie betreffen die Zitzen von Didelphys und von Mus.

Von Didelphys war es mir möglich, die erste Anlage der Zitzen zu untersuchen, an jungen wahrscheinlich dem Marsupium entnommenen Exemplaren. Die Species ist mir, da mir nur, durch die Güte des Herrn Bernays aus St. Louis, Junge zukamen, nicht sicher bestimmbar. Die Thiere maassen von der Schnauzenspitze bis zur Schwanzwurzel 64 Mm. Die Länge des Schwanzes betrug 25 Mm. Die Behaarung ist sehr fein aber dünn. Nur die Tasthaare erscheinen deutlicher. Die Anlage des Marsupiums ist hinten und seitlich durch eine leichte faltenartige Vorsprungsbildung des Integumentes bezeichnet. Diese verliert sich nach vorne zu, so dass der von der Bauchwand gebildete Boden des Marsupiums völlig offen liegt. Es besteht also im vorliegenden Falle erst der Beginn der Marsupiumentwickelung, von der wegen Unbekanntschaft mit der Mutter nicht gesagt werden kann, wie weit sie noch fortzuschreiten hat. Das durch die Falte abgegrenzte Mammarfeld, so will ich diese Fläche bezeichnen, ist scheibenförmig und hält 4 Mm. im Durchmesser. Von der Marsupialfalte wird es durch eine schmale Einsenkung geschieden, gegen welche die Ebene des Feldes schräg sich abdacht. Dadurch wird der grösste Theil der Feldfläche etwas vorragend, und kommt sogar in gleiches Niveau mit der Marsupialfalte zu liegen, ein Verhalten, das vorn, wo die Falte beiderseits flach ausläuft, sein Ende findet.

Das Mammarfeld zeigt kleine, regelmässig angeordnete, weissliche Erhebungen, die den Zitzenanlagen entsprechen. Eine scharfe Abgrenzung dieser Gebilde ist nicht unterscheidbar. Zwei nehmen nebeneinander stehend die hinterste Stelle ein, zwei finden sich je zur Seite, und eine liegt in der Mitte, den seitlichen näher als den hinteren.

In ähnlicher Weise, in einem dem späteren Zustande der betreffenden Species entsprechenden Verhalten der Zahl und Anordnung sind diese ersten Anfänge der Zitzenbildung von Laurent[1]) und

---

[1]) Durch Laurent wurden solche als Zitzen gedeutete Bildungen auch bei den männlichen Embryonen beschrieben. Sie liegen seitlich von einer die Andeutung des Marsupiums darstellenden Hautfalte umzogen, zu nur zweien vor dem Scrotum (Annales françaises et étrangères d'Anatomie et de Physiologie. Paris. T. III. 1839. pag. 237). Bei den von mir darauf untersuchten männlichen Embryonen, die mit den weiblichen von gleicher Tracht stammten, konnte ich von Marsupialfalten nichts bemerken, dagegen habe ich bei 2 Embryonen das Paar kleiner, die Zitzen vorstellen sollender Erhebungen des Integumentes an der von Laurent bezeichneten Stelle gesehen.

von Owen [1]) bei verschiedenen Beutelthierembryonen beschrieben worden.

Vor diesen sieben Erhebungen nimmt man jederseits noch einige andere wahr, allein so undeutlich, dass ich bezüglich deren Anzahl und Anordnung keine Behauptung wage. Jedenfalls weicht die Anlage der Zitzen von der gewöhnlich für Didelphys beschriebenen Anordnung nicht bedeutend ab.

Die Zerlegung des Mammarfeldes in eine Serie feiner senkrechter Schnitte, und deren mikroskopische Untersuchung gab über die Gestaltung der Zitzenanlagen nähere Auskunft. Die Epidermisschicht wie die Lederhaut und das subcutane Bindegewebe setzen sich ohne wesentliche Modification vom benachbarten Integumente her zur Marsupialfalte und von da aus die Furche auskleidend auf das Mammarfeld fort. Von der Malpighi'schen Schicht her senkten sich überall die Anlagen von Haarfollikeln in die Lederhaut ein, schwächer auf dem Mammarfelde als auf dem benachbarten Integumente entwickelt. In manchen der Follikel war die Haaranlage differenzirt. An einzelnen war der Haarschaft auch aussen entfaltet. Diese fanden sich nur ganz spärlich auf dem Mammarfelde, viel reicher dagegen schon auf der Falte. In dieser waren auch Querschnittbilder der Musculatur des Marsupiums sichtbar. Während die Lederhautschicht auf dem Mammarfelde bedeutend dünner sich darstellte als an der Falte und selbst an dem benachbarten Integumente, fand sich das Unterhautbindegewebe dagegen ansehnlich verdickt und zwar durch ein mächtiges, die Cutis um das 12fache an Dicke übertreffendes Fettpolster, welches gegen die Furche zu um ein Dritttheil an Stärke abnahm. Von den tiefsten queren Schichten der Faserzüge des subcutanen Gewebes stiegen Bindegewebszüge senkrecht zur Lederhaut empor und durchsetzen so die Fettzellenschicht, in welche andere Faserzüge oft unter Verzweigungen ohne die Lederhaut zu erreichen, einragen, indess andere auch von der Lederhaut her zwischen die Fettzellen sich herabsenken und im Bindegewebsgerüste der letzteren sich verlieren.

---

[1]) Cyclopaedia of Anatomy and Physiology. Vol. III. pag. 327. Wenn Owen (pag. 328) bei Erwähnung der Laurent'schen Beobachtung der Marsupialanlage bei männlichen Embryonen von Laurent sagt: »he could not discern equal traces of the nipples«, so ist das wohl so zu fassen, dass die Anlage der Zitzen bei den männl. Embryonen nur bezüglich der Zahl nicht mit jenen der weibl. Embryonen übereinstimme.

Die mächtige Entfaltung eines Fettpolsters als Unterlage des Mammarfeldes steht wohl mit der später beginnenden Knospung der Drüsenschläuche in Zusammenhang, in sofern durch ersteres der Boden für die Ausdehnung der Drüsen vorgestellt wird. Auch in anderer Beziehung ist diese ziemlich scharf abgegrenzte, mit dem Rande des Mammarfeldes endigende Schicht von Bedeutung, denn ganz dasselbe Verhalten findet sich bei den Wiederkäuern vor. Hier bildet es eine die Zitzen tragende bedeutende Protuberanz, welche die Form des späteren Euters vorbildet, so dass Huss (l. c. pag. 193) das Gebilde mit dem Beginn der Drüsenentwickelung sogar als »fötales Euter« bezeichnet hat.

An den Stellen, welche bei der makroskopischen Untersuchung als die Anlagen der Zitzen erschienen, ergab sich eine Verdickung der Lederhaut, die hier gegen die Fettschicht zahlreiche dicht nebeneinander ausgehende Fortsätze einsenkte. Eine äusserliche Protuberanz war nur in ganz schwacher Form vorhanden, dagegen bildete die Epidermisschicht eine flaschenförmige Einsenkung in die Lederhaut.

In Fig. 1 ist ein senkrechtes Durchschnittsbild dieses Verhaltens dargestellt. Die aus wenigen Zellenlagen gebildete Hornschicht (*c*) der Epidermis (*E*) überkleidet ein mächtigeres MALPIGHI'sches Stratum (*m*), dessen tiefste Lage aus regelmässig gestalteten Cylinderzellen (*c*) vorgestellt wird. Diese Cylinderzellenschicht setzt sich nun, von den rundlichen Zellen gefolgt, in einen ersten engeren Abschnitt der gesammten Einsenkung fort, der dem Halse einer Flasche ähnlich erscheint. Daran schliesst sich der ausgebauchte weitere Theil (*M*). Auf der Oberfläche lässt die Epidermisschicht eine ganz flache Vertiefung wahrnehmen. Diese Gebilde waren also wesentlich nur durch die Epithelwucherung bei der makroskopischen Untersuchung bemerkbar, da die ihnen entsprechende äussere Erhebung nach Massgabe der Schnittbilder viel zu unbedeutend war. Die Schnitte lehrten zugleich, dass die paarig angeordneten Anlagen genau dem Rande des Mammarfeldes entsprechen, da wo dasselbe aus einer mittleren Ebene sich nach der von der Falte überragten Furche abzudachen begann.

Wir haben uns nun die Frage zu stellen, wie die vorgeführten Gebilde zu deuten seien, denn dass in ihnen nicht Zitzen zu erkennen sind, dürfte aus der Beschreibung zur Genüge hervorgegangen sein. Die ganze Bildung erscheint vielmehr wie eine, allerdings

bedeutend grosse Drüsenanlage. Man würde aber irre gehen, wenn man diese Anlage sofort auf den Apparat der Milchdrüsen beziehen wollte, denn dem stehen die von Langer, Kölliker und Huss gemachten Beobachtungen entgegen. Von den genannten Forschern wird übereinstimmend die erste Anlage beim Menschen als eine solide Epidermiswucherung angegeben, von der erst secundär die Drüsen hervorsprossen, und durch Huss wurde dasselbe Stadium auch für die Wiederkäuer nachgewiesen. Indem nun ferner beim Menschen jene erste Epidermiswucherung allmälig sich flächenartig ausdehnt, und dabei in der Mitte sich vertieft, geht daraus in dem Maasse als vom Grunde der epithelialen Wucherung aus Drüsen hervorgesprosst sind, die als »Drüsenfeld« bezeichnete Bildung hervor, auf der erst später die Papille als eine die Drüsenmündung tragende Bildung sich zu erheben beginnt. Aus der Uebereinstimmung der bei Didelphys getroffenen Befunde mit dem für den Menschen und die Wiederkäuer bekannten, darf auch die gleiche Bedeutung gefolgert werden, so dass wir also auch bei Didelphys den speciellen Apparat seine Entwickelung mit der Anlage des Drüsenfeldes beginnen sehen. Dass dieses Drüsenfeld allmälig sich tiefer senkt, und damit den Boden einer nunmehr als Mammartasche erscheinenden Grube einnimmt, geht aus dem Verhalten des ausgebildeten Zustandes hervor. Dieser findet sich von Owen[1]) bei Didelphys virginiana näher beschrieben. Die Mammartasche erscheint hier als eine die Zitze umgebende Integumentfalte, und ward demgemäss von Laurent und von Owen mit einem Praeputium verglichen und von Owen als »Zitzenscheide« bezeichnet. Bei jungen oder nicht trächtigen Beutelratten ist die Zitze kurz und findet sich im Grunde ihrer Scheide. Mit dem Trächtigwerden tritt eine Vergrösserung der Zitze ein, und einen oder zwei Tage vor der Geburt wird theils durch die bedeutende Entwickelung der Zitze, theils wohl auch durch den vielleicht vom Compressor mammae auf die Drüse ausgeübten Druck, die Scheide umgestülpt und damit die Zitze hervorgetrieben. Diese von mir früher übersehene Angabe Owen's entspricht im Wesentlichen völlig der von Morgan[2]) für Halmaturus gemachten, so dass darin wohl eine allgemeine für die Beutelthiere Geltung besitzende

[1]) Comparative Anatomy and Physiology. Vol. III. pag. 769. Ebenda wird auch erwähnt, dass bei jungen Didelphys virginiana die Zitzen durch undeutliche Oeffnungen an der Zitzenscheide angedeutet seien.

[2]) Transactions of the Linnean Soc. T. XVI. pag. 61.

Erscheinung zu erkennen sein wird. Die Zitzenscheide von Halmaturus und Didelphys wird jedoch durch die Vergleichung mit den Einrichtungen der Monotremen auf die Mammartasche von Echidna zu beziehen sein. Wir sehen deshalb in jener sogenannten Zitzenscheide keine singuläre Bildung, sondern eine aus einem niederen Zustande ererbte Einrichtung, die sich bei den Beutelthieren unter geänderten functionellen Verhältnissen forterhalten hat. Diese Bedeutung der Zitzenscheide als Mammartasche geht um so klarer hervor, als sie für die Zitze nur vorübergehend als Scheide fungirt, denn, wie Owen gleichfalls bemerkt: »once naturally protruded and the sheath everted, the nipples continue external«.

Bei der Vorstellung einer durch die Mammartasche für die Zitze gebildeten Scheide hat man sich kein enges Anschliessen an erstere zu denken, und nach einem mir von Didelphys cancrivora vorliegenden Marsupium steht die ganze Bildung der Mammartasche von Echidna sehr viel näher, als die Bezeichnung »Scheide« glauben macht. Das Zitzenfeld bildet hier eine kreisförmige Fläche, an der übrigens die Behaarung von benachbarten Strecken der Innenfläche des Beutels nicht bedeutend verschieden ist. Sie ist sogar stärker als an der Umschlagestelle des Integuments vom Abdomen zur freien Beutelwand, und wird durch nicht sehr dichte aber bis zu 2 Cm. lange Wollhaare gebildet. In der Mitte des Drüsenfeldes findet sich eine Mammartasche, und zu beiden Seiten stehen je drei im Halbkreise, unter sich in gleicher Entfernung. Die beiden hintersten sind 10 Mm. von einander entfernt. Die seitlichen stehen 6 Mm. von einander, und 8 Mm. von der centralen ab. Die beiden vordersten sind durch einen Zwischenraum von 14 Mm. von einander getrennt.

Die Taschen sind theils rundliche, theils längliche Gruben von 1—1½ Mm. Tiefe und 2—3 Mm. im Durchmesser am Rande. Der letztere ist etwas wulstig, und noch mit Haaren besetzt, die nicht weiter in die Tiefe hinabsteigen. Aus jeder der sieben Mammartaschen ragt eine 1 Mm. im Durchmesser haltende Zitze hervor. Bei einigen erreicht sie nicht das Niveau des Taschenrandes, bei einigen anderen entspricht die Höhe der Zitze diesem Rande, oder tritt, allerdings nur um ein Minimum, über denselben hervor. Gegen die Basis zu wird jede Zitze breiter und geht da continuirlich in den Boden der Mammartasche über. In einer Zitze verliefen sechs Ausführgänge der Milchdrüsen. Wie wenig die Zitze die Tasche aus-

füllt, geht aus den vorhin angegebenen Maassen der Weite der Tasche und des Durchmessers der Zitze hervor. Das Thier war trächtig und führte 7 Embryonen von 1 Cm. Länge in den Scheidencanälen. Die völlige Ausbildung der Krallen an den Vordergliedmassen liess schliessen, dass die Zeit der Geburt nicht sehr weit entfernt war. Der Zustand der Zitzen muss also den vorhin erwähnten Angaben Owen's bei D. virginiana zufolge schon ein für die Lactation vorbereiteter sein, und es ist begreiflich, dass ein noch weiter rückwärts liegender Zustand durch noch geringere Entfaltung der Zitze characterisirt wird, wodurch in gleichem Maasse die Mammartasche dem bei Echidna bestehenden Verhalten sich nähern muss.

Wenn auch Owen angibt, dass das Heraustreten der Zitze aus ihrer Scheide, d. h. aus der Mammartasche, einen vom Embryo nicht direct beeinflussten Act vorstelle, und ich, angesichts des grossartigen Materials, welches gerade in Betreff der Marsupialien dem englischen Forscher zu Gebote stand, nicht wagen kann, jener Angabe zu widersprechen, so möchte ich doch in dieser Beziehung einen von Owen[1]) selbst bei Halmaturus beobachteten Umstand hervorheben, nämlich die bedeutende Ausbildung, welche das Volumen der Zitze durch das Saugen des Marsupialfötus erfährt. Während in dem angegebenen Falle die vom Jungen angenommene Zitze sich ansehnlich vergrösserte, blieben die anderen, obschon aus der Scheide hervorgetreten, doch sehr an Umfang zurück. Der Einfluss der hier von aussen her angeregten Function auf die Ausbildung des Organs ist also unzweifelhaft.

Bei Didelphys erscheint die Einwirkung der Jungen auf die Entfaltung der Zitzen in noch höherem Grade als bei Halmaturus stattzuhaben. Den von mir vorhin beschriebenen Fall von D. cancrivora kann ich zwar nicht dafür anführen, da in diesem immer noch ein Hervortreten der Zitzen vor der Uteringeburt hätte möglich sein können. Dagegen liegt mir ein Präparat aus der hiesigen Sammlung vor, welches für jene Auffassung spricht. Eine nicht ganz mit D. nudicaudata übereinkommende Beutelratte trug zwei Mammar-Embryonen im Beutel. Die Zitzen finden sich zu zwei jederseits, ziemlich weit nach hinten, so dass kaum das vordere Paar von aussen her sichtbar ist[2]).

---

[1]) Cyclopaedia. Vol. III. pag. 322.

[2]) Das Verhalten der Anordnung und Zahl der Zitzen bei den Didelphen

Eine dieser Zitzen ward zur feineren Untersuchung verwendet, in welcher Beziehung ich Folgendes zu bemerken mir gestatten will. In Querschnitte zerlegt, bot die Zitze acht ziemlich regelmässig angeordnete Ausführgänge dar (Fig. 2 *g*), deren Höhlung ein Cylinderepithel auskleidete (Fig. 1 *g*). Gegen die Spitze der Zitze zu nahm das Lumen der Ausführgänge etwas ab. Unmittelbar nach aussen von der Epithellage besass jeder Ausführgang eine Lage concentrisch geschichteten faserigen Bindegewebes, von dessen Umgebung Züge in das übrige interstitielle Bindegewebe der Zitze sich fortsetzten. In diesem interstitiellen Gewebe, wie ich es zum Unterschiede von dem die Ausführgänge umgebenden nennen will, waren die Blutgefässe eingebettet. Eben darin fanden sich auch ansehnliche weite Spalten (Fig. 3 *l*), welche nicht etwa durch Zerrungen entstanden sein konnten, da ihre Wandung vollkommen gleichmässig war. An einzelnen Stellen waren kleine knopfförmige Vorragungen wahrzunehmen. Die in Fig. 3 abgebildete Spalte (*l*) ist durch eine dünne Scheidewand von einer daranstehenden ähnlichen geschieden. Aus der Vergleichung der successiven Schnitte geht hervor, dass diese Spalte eine bedeutende Ausdehnung auch nach der Längsrichtung der Zitze besitzt, und mit der benachbarten gegen das Ende der Zitze zusammenfliesst. Solch' grosser Spalten sind 5—6 auf dem Querschnitte zu erkennen, da ihre Wandflächen meist einander dicht berühren, tritt die Bildung nicht sogleich hervor. Ich glaube sie auf Lymphräume beziehen zu dürfen, die vielleicht bei der Turgescenz der Zitze eine Rolle spielen.

Eine andere für die mannigfachen Zustände der Zitze belangreiche Einrichtung, bildet die glatte Musculatur. Grössere und kleinere Faserbündel in verschiedener Gruppirung steigen von der Basis parallel mit den Ausführgängen empor, und verbinden sich streckenweise untereinander, immer mit vorwiegender Längsrichtung des Verlaufes. Vom Reichthum dieser Muskelbündel gibt das Durchschnittsbild, Fig. 3 *m*, eine Vorstellung. Sie umgeben da einen der Ausführgänge, und verhalten sich in gleicher Weise zu den übrigen, kommen jedoch auch in der Axe der Zitze zahlreich vor. Die Zitzen werden dadurch als eminent contractile Gebilde gelten dürfen.

Von diesen vier Zitzen waren nur drei völlig entwickelt, und massen 10—11 Mm. Länge. An ihrer Basis fand sich keine Spur

---

ist in den systematischen Werken leider nur wenig berücksichtigt, und doch bestehen bei den einzelnen Arten so bedeutende Verschiedenheiten.

einer Einsenkung. Die rechte hintere Zitze war dagegen völlig rudimentär, und ragte als eine konische $1^1/_2$ Mm. hohe Papille aus dem Grunde einer seichten Mammartasche vor. Ob etwa die drei ausgebildeten Zitzen ebensoviel Fötus entsprachen, von denen einer nicht aufbewahrt wurde, kann ich nicht entscheiden. Dagegen ist soviel sicher, dass die Trächtigkeit nicht gleichmässig auf die Entfaltung aller Zitzen einwirkt, und dass nicht regelmässig vor der Geburt ein Hervortreten der Zitzen erfolgen muss. In welchem Maasse die Einwirkung des saugenden Jungen auf die Ausbildung der Zitze nicht nur, sondern auch auf das Hervortreten derselben aus der Mammartasche besteht, kann hier nicht entschieden werden.

Vermuthet kann allerdings werden, dass die Umformung des Drüsenfeldes auf dem Boden der Mammartasche zu einer Zitze mit dem Aufhören der ursprünglichen Function der Mammartasche in Zusammenhang steht; dass also in dem Maasse als das Junge nicht mehr in die Mammartasche aufgenommen wird, die Zitzenbildung erfolgt, bei der die Anpassung einer Integumentpartie an die Mundhöhle des saugenden Jungen gewiss die bedeutendste Rolle spielt. Für die Ausserdienststellung der Mammartasche kommt ausser dem schon früher von mir berücksichtigten Umstande der Entwickelung eines Marsupiums, vielleicht auch die Körpergrösse des Neugebornen, in Betracht, in welcher Beziehung Monotremen und Beutelthiere doch einige Verschiedenheiten darbieten.

Die der Mammartasche zukommende morphologische Bedeutung beruht darauf, dass durch dieses in sehr verschiedenartige Functionen übertretende Gebilde der gesammte äussere Apparat der als Milchdrüsen fungirenden Organe in den grossen Abtheilungen der Säugethiere verknüpfbar wird. Abgesehen von den Beutelthieren und Hufthieren ist die Mammartasche nur noch beim Menschen genauer nachgewiesen, wo aus ihr die Areola mammae sammt der Papille entsteht. Für die anderen Säugethierabtheilungen könnte man von dem Zustande der Zitze ausgehend, ein mit dem Menschen übereinstimmendes Verhalten für wahrscheinlich halten. Wie sehr eine solche, nicht alle Verhältnisse in Betracht nehmende Folgerung unrichtig wäre, lehrte mich die Untersuchung der Zitzen bei Murinen.

Sowohl bei Mus decumanus als Mus musculus liegen die Zitzen

nicht allezeit frei, sondern erheben ihre Basis aus einer taschenartigen Einsenkung des Integumentes. Die verschiedenen in dieser Beziehung beobachteten Zustände sind folgende. An der Stelle der Zitze ist nur eine leichte Erhebung des Integumentes bemerkbar, auf deren Mitte man eine kleine Oeffnung wahrnimmt. An anderen ist die letztere kaum sichtbar, und erscheint wie geschlossen. Daran reihen sich solche Formen, bei denen die Oeffnung in der prominirenden Hautstelle durch einen aus ihr etwas vorspringenden papillenförmigen Körper eingenommen wird, der endlich an einer anderen Stelle grösser und damit unzweifelhaft als Zitze erscheint.

Bei einer säugenden Ratte war die Mehrzahl der Zitzen in einer Länge von 4—5 Mm. entfaltet, und erhoben sich aus gleichem Niveau mit dem benachbarten Integumente, indess die übrigen Zitzen in den vorhin erwähnten Zuständen sich fanden, und nur wenig aus der sie bergenden Höhlung hervorragten, denn eine solche besitzen auch die ersterwähnten Stadien, von denen ich einige in Fig. 4 *a*, *b*, *c*, *d*, auf senkrechtem Durchschnitte dargestellt habe.

Aus diesen Befunden ergibt sich die Entstehung der Zitze im Grunde einer Einsenkung des Integumentes, sowie dass erst während der Function der Zitze ein Hervortritt stattfindet. Ob das aus seiner Tasche hervortretende und die Wandung der letzteren mit sich ausstülpende und zu seiner Verlängerung benutzende Organ nach der Lactation wieder in eine Tasche sich einstülpt, blieb mir ungewiss. Es ist auch nicht sehr wichtig für die Frage nach der Bedeutung dieser Einrichtung. Diese wird nämlich dahin zu beantworten sein, dass die gesammte Bildung auf der Entwickelung der Zitze innerhalb einer Mammartasche beruht. Für die genannten Murinen besteht also dieselbe Einrichtung wie sie für die Beutelthiere bekannt ist.

Das genauere Verhalten der Mammartasche zur Zitze wie zum benachbarten Integument lehrt das in Fig. 5. gegebene senkrechte Durchschnittsbild kennen, welches eine zur Hälfte aus der Mammartasche hervorragende Zitze der Ratte vorstellt. Das Integument erhebt sich vorwiegend durch eine Verdickung der Lederhaut zu einem die Zitze umgebenden Wall (*w*). Bis an den Rand desselben ist es dicht mit feinen Haaren besetzt. Vom Rande der Erhebung an senkt sich eine schmale Vertiefung bis zur Basis der Zitze ins Integument ein, eben die Mammartasche bildend. Auf dieser eingesenkten Strecke fehlt die Behaarung ebenso wie an der Zitze. Aus den auf den Schnitten sich zeigenden Erhebungen und Vertiefungen der Contour

der Zitze ergibt sich für diese ein etwas contrahirter Zustand, der auch an der Oberfläche der ganzen Zitze dieses Stadiums durch Querfalten sich ausspricht.

Die Epidermisschicht zieht unverändert vom Rande der Mammartasche aus zum Boden der letzteren und von da auf die Zitze. An deren Spitze mündet ein die Länge der Zitze durchziehender, gewöhnlich ein offenes Lumen darbietender Ausführgang. Die mannigfachen in der Zeichnung (Fig. 5) wiedergegebenen Ausbuchtungen des Ausführganges sind gleichfalls als der Ausdruck einer Retraction der Zitze anzusehen. Sie verhalten sich an verschiedenen Zitzen ausserordentlich mannigfaltig. In allem Wesentlichen dieser Verhältnisse stimmt die Hausmaus mit der Ratte überein, auch beim Lemming finde ich nur einen die Zitze durchziehenden Ausführgang. Die Auskleidung des Canals bildet ein Cylinderepithel, welches insofern nicht als einschichtiges bezeichnet werden kann, als die zur Oberfläche tretenden Zellen mit schmaler Basis beginnen, und daselbst andere, kegel- oder spindelförmig gestaltete Zellen zwischen sich haben. Dieses Epithel reicht bis dicht gegen die Mündung zu, wo eine ganz kurze Strecke weit die Schichten der Epidermis sich in den Canal fortsetzen. Diese Canalstrecke finde ich bei nicht säugenden Exemplaren in der Regel durch einen Pfropf verhornter, eine gelbliche Masse bildender Epidermiszellen verschlossen.

Die Grundlage der Zitze bildet faseriges Bindegewebe, dessen Bündel von dem Boden der Tasche her und von da in die benachbarte Lederhaut verfolgbar, in die Zitze emporsteigen. Hin und wieder sind grössere Spalträume bemerkbar, die aber bei weitem nicht die Mächtigkeit der bei Didelphys beschriebenen erreichen. Eine Verwechselung mit Blutgefässen, die ich nicht besonders erwähne, muss ich ausschliessen. Ausserdem machten sich reichliche Züge glatter Muskelfasern bemerkbar, die zum grossen Theil gegen die seitliche Oberfläche der terminalen Zitzenhälfte zu ausstrahlten. Sie bildeten zahlreiche an der Zitzenbasis in die Zitze emporsteigende Bündel, die sich in der basalen Hälfte zu neuen Combinationen verbanden, aber im Ganzen eine longitudinale Richtung einhielten, also wieder im Wesentlichen mit dem für Didelphys angegebenen übereinkamen, aber im Ganzen um vieles weniger mächtig waren.

Bezüglich der Milchdrüse (Fig. 5 *gl*) bemerke ich, dass ihre einzelnen, zuweilen sich schräg übereinander schiebenden Lappen ausser der Lactation eine flach ausgebreitete Schicht vorstellen,

über welcher man noch quergestreifte Muskelfasern, aber nicht in einer zusammenhängenden Lage, wahrnehmen kann. Ich glaube nicht zu fehlen, wenn ich diese Muskelzüge auf einen Compressor mammae beziehe. Ein Theil der dem gemeinsamen Ausführgang benachbarten Lappen erstreckt sich bis in die Basis der Zitze, was in Fig. 5 zu sehen, aber an den Schnitten anderer Zitzen sogar noch viel ausgeprägter sich darstellt. Ich halte diesen Umstand deshalb nicht für unwesentlich, da er für die Entstehung der Zitze als eine Erhebung des Bodens der Mammartasche einen ferneren Beleg erhält. Die kleinsten Läppchen der Drüse sind rundlich und besitzen ein Epithel von niedrigen Cylinderzellen. In den durch Vereinigung einer Anzahl von Acinis gebildeten Ausführgängen sind die Epithelzellen höher. Diese Ausführgänge treten in sehr weite, das Lumen der ersteren um das 6—8fache übertreffende Gänge, welche offenbar Sinus galactophori vorstellen. Ob diese Milchsinusse sich direct zum Ausführgang der Zitze begeben, oder zuvor in einen engeren Abschnitt sich fortsetzen, habe ich nicht festgestellt. Sie finden sich jedenfalls entfernter von der Zitzenbasis, und sind auch bezüglich des Epithels, das eine einfache Schicht niedriger Zellen bildet, vom gemeinsamen Ausführgange verschieden, welcher übrigens bis in den centralen Theil der Drüse verfolgbar ist.

Ausser den selbstverständlichen Grössedifferenzen der Theile stimmen Mus decumanus und musculus in allen wesentlichen Puncten der geschilderten Verhältnisse mit einander überein. Nur schien mir der die Zitze durchsetzende Ausführgang bei der Maus relativ viel weiter, und bot auch häufig eine reiche Längsfaltenentwickelung dar.

An der unter Ausstülpung der Einsenkung (Mammartasche) völlig hervorgetretenen Zitze geht die Basis unmittelbar ins behaarte Integument über. An säugenden Thieren ist zwar um die Zitze herum eine kahl erscheinende Stelle bemerkbar, die eine Areola mammae vortäuscht, aber durch die genauere Untersuchung sich nicht als eine solche herausstellt.

Eine Areola mammae fehlt also, und dies wird durch die Erwägung begreiflich, dass jene des Menschen sich aus der Mammartasche entwickelt, welche bei den Murinen wie bei den Beutelthieren zur Verlängerung der Zitze verwendet wird, indem sie mit der Ausdehnung der Zitze in die Länge ausgestülpt wird.

Eine sehr bedeutende Eigenthümlichkeit des beschriebenen Apparates stellt der einfache Ausführgang in der Zitze vor. Ich fand

ihn, wie oben bemerkt, auch bei Myodes. Ob er den Nagern allgemein zukommt, muss ich für offene Frage erklären. A. Cooper erwähnt übrigens eines solchen auch beim Meerschweinchen. Es könnte sich nun fragen, wie dieses Verhalten jenem der gleichfalls nur Einen Ausführgang besitzenden Wiederkäuer gegenüber aufzufassen sei, ob das dort bestehende hier einfach wiederkehre, oder ob trotz einer scheinbaren Aehnlichkeit doch ein ganz anderes Verhalten zu Grunde liege. Die Erwägung, dass die Zitze der Wiederkäuer durch die terminal auswachsende Mammartasche gebildet wird, dass also der dort in der Zitze befindliche Canal nicht ein Drüsenausführungsgang ist, sondern den Raum der Mammartasche vorstellt, während bei den Murinen die Zitze von einem Theile des Bodens der Mammartasche sich erhebend, von letzterer eine Zeitlang umschlossen wird: lässt den Ausführgang in der Zitze der Wiederkäuer als etwas anderes als jenen der Murinen erscheinen. Bei diesen ist er ein wahrer Drüsenausführgang, als welchen ihn auch sein Epithel erkennen lässt, während in dem Strichcanal der Wiederkäuerzitze bis dahin, wo die Zusammenmündung der einzelnen Drüsenausführgänge stattfindet, eine Fortsetzung der Epidermis sich einsenkt (vgl. Huss, l. c. pag. 196). Demzufolge kommt also bei den Murinen auf jeder Zitze nur eine einzige Drüse zur Ausmündung, und der gesammte in jenen Ausführgang sich vereinigende Drüsencomplex wird aus einer einzigen Drüsenanlage hervorgegangen sein, wenn nicht etwa Concrescenzen mehrerer ursprünglich discreter Drüsenanlagen stattfinden. Die hier, anderen Säugethieren gegenüber stattgehabte Reduction der Milchdrüsen ist minder auffallend, wenn man den grossen Breitegrad der Schwankung in den Zahlenverhältnissen der auf einer Zitze mündenden Drüsen in Betracht nimmt, und beachtet, wie bei den Einen 15—20 Drüsen zu einem Complexe vereinigt mit den Ausführgängen die Zitze durchziehen, bei anderen davon nur 8—10 oder noch weniger. Drei finde ich bei Stenops gracilis. So schliessen sich denn die Murinen ohne bemerkbare Kluft an eine durch die Veränderlichkeit der Zahl der auf der Zitze mündenden Ausführgänge gebildeten Reihe der Säugethiere an, und schliessen diese Reihe zugleich auf einer Seite ab, indem bei ihnen die grösstmögliche Reduction jener Zahl gegeben ist.

Aus dem gesammten Verhalten der Zitzen geht aber für die Murinen das Bestehen eines Zustandes hervor, den sie nach den bis jetzt bekannten Thatsachen nur mit den Beutelthieren theilen. Ein

Fig. 1.

Fig. 3

Fig 4

Fig. 5.

Fig 2

die Didelphen auszeichnendes Verhalten hat sich so in eine Abtheilung der Monodelphen fortgesetzt, und wird hier als ein aus dem ersteren Zustande stammendes gelten dürfen.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel VIII.

Figur 1. Snkrechter Schnitt durch die Anlage des Mammarapparates eines Didelphys-Embryo.
E. Epidermis,
C. Corium,
U. Unterhautbindegewebe.
c. Hornschicht
m. MALPIGHI'sche Schicht } der Epidermis.
e. Cylinderzellenschicht
M. Anlage der Mammartasche.

Figur 2. Querschnitt durch das terminale Dritttheil der Zitze eines säugenden Didelphys. Zehnfache Vergrösserung.
g. Ausführgänge der Milchdrüsen.

Figur 3. Ein Ausführgang mit Umgebung, von einem ähnlichen Querschnitte bei 350facher Vergrösserung
g. Lumen des Ausführganges.
e. Epithel.
b. Bindegewebige Membran desselben.
m. Bündel glatter Muskelfasern.
l. Lymphspalten.

Figur 4. Vier Zustände des Verhaltens der Mammartasche bei Mus decumanus *a. b. c. d.*

Figur 5. Senkrechter Schnitt durch die Mammartasche von Mus decumanus. 20fache Vergrösserung. In der Zeichnung ist das freie Ende der Zitze nach zwei Schnitten einer Serie vervollständigt.
w. Wall der Mammartasche.
p. Zitze.
g. Ausführgang.
gl. Milchdrüse.

Zur Anatomie des Amphioxus lanceolatus.

Von

Professor Dr. C. Hasse.

Aus dem anatomischen Institute zu Breslau.

Mit Tafel IX.

Studien, die ich in der jüngsten Zeit über die Morphologie des Geruchsorganes und des vorderen Theiles des Schädels der Wirbelthiere machte, führten mich naturgemäss zur Erforschung des Baues des Amphioxus lanceolatus. Die Untersuchung desselben ist ja so ausserordentlich anziehend, weil wir hoffen dürfen, durch dieses Thier über wichtige Fragen der Morphologie der Vertebraten aufgeklärt zu werden, eine Hoffnung, die bis dahin nach keiner Richtung hin getäuscht worden ist; wenn wir, ganz abgesehen von den älteren Epoche machenden Untersuchungen Rathke's, Joh. Müller's und Quatrefage's, die glänzenden Arbeiten Kowalewsky's über die Entwickelungsgeschichte desselben, ferner die vorzüglichen von Wilh. Müller über das Auge und das Urogenitalsystem in Betracht ziehen. Ist doch die Entdeckung der ersten Bildungsstadien des Thieres und die Aehnlichkeit derselben mit denjenigen vieler Wirbellosen, das Auffinden der Hypobranchialrinne, die ja auch den Tunicaten zukommt, ferner des Absonderungsapparates von der folgenschwersten Bedeutung, sowohl für die Stammesgeschichte der Vertebraten, als auch für die specielle Morphologie der Thyreoidea und des Urogenitalsystems geworden.

Ganz besonders waren es einige Beobachtungen, die mir den monorrhinischen Bau des Geruchsorganes der Cyclostomen im höch-

sten Grade zweifelhaft machten und mich zur Annahme einer ursprünglich doppelten und getrennten Anlage wie bei den höheren Wirbelthieren führten, welche mich dazu brachten aufs Neue die bis dahin als unpaar gefundenen Sinnesorgane des Amphioxus, Nase und Auge speciell zu studiren. Meine Untersuchungen dehnten sich dabei noch weiter aus, fanden aber einstweilen ihr Ziel durch die inzwischen erfolgenden Publicationen Wilh. Müller's [1], über das Urogenitalsystem. Immerhin hatten dieselben für mich ein besonderes Interesse und gereichten mir zu hoher Befriedigung, weil sie mich in den Stand setzten, die Beobachtungen Wilh. Müller's über das Genitalsystem und namentlich über die Niere, sowie über den Raum zwischen den beiden Bauchfalten durchaus zu bestätigen. Die Beobachtungen wurden in hohem Grade durch eine grosse Anzahl von einem meiner Amtsvorgänger Prof. Dr. Otto gesammelter und selbst für histologische Zwecke brauchbarer Amphioxus aus dem Mittelmeer erleichtert. Ausserdem standen mir einige vorzüglich erhaltene, dem Museum Godefroy entnommene Spiritusexemplare aus der Südsee (Vitiinseln) zu Gebote. An diesen letzteren gelang es mir Verhältnisse aufzufinden, die mich anfänglich im höchsten Grade überraschten, und die ich mir erlaube in den folgenden Zeilen den Fachgenossen zur Beurtheilung vorzulegen. Weitere Untersuchungen an Thieren aus dem Mittelmeer lehrten mich auch hier ähnliche Bildungen in allen möglichen Uebergängen kennen.

Rathke [2] und Goodsir [3] fanden bekanntlich bei dem Amphioxus keine Sinnesorgane. Ihnen schliessen sich mit Bezug auf die Frage nach der Existenz eines Auges in der neueren Zeit Owsjannikow [4] und Stieda [5] an. Owsjannikow fand keinen Sehnerven, keine Krystalllinse, sondern nur einen braunen Pigmentfleck, welcher auf der vorderen Fläche des als Gehirn zu deutenden Theils des Centralnervensystems lag. Stieda schliesst sich mit folgenden Worten durchaus den Resultaten von Owsjannikow an: »Weder ein

[1] Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaften. Bd. IX.

[2] Rathke. Bemerkungen über den Bau des Amphioxus lanceolatus. Königsberg 1841.

[3] Goodsir. On the Anatomy of amphioxus lanceolatus. Transactions of the royal society of Edinburgh. Vol. XV, pars I.

[4] Owsjannikow. Ueber das Centralnervensystem des Amphioxus lanceolatus. Bulletin de l'academie de St. Pétersbourg. Tome VI. 1867.

[5] Stieda. Studien über den Amphioxus lanceolatus. Mémoires de l'academie de St. Pétersbourg. Serie VII. Tome XIX.

Sehnerv, noch eine Linse ist sichtbar. Nichts weiter zu finden als eine feinkörnige, schwarze oder dunkelbraune Pigmentmasse, welche, wie ich bereits bei der Beschreibung des Gehirns hervorhob, genau das vordere Ende des Gehirnes einnimmt. Seitlich, wo von hier das erste Gehirnnervenpaar abgeht, ist häufig auch die Abgangsstelle des einen oder des anderen Gehirnnerven mit Pigment angefüllt. Das Pigment liegt hier zwischen beiden Nerven dicht unter der dem Gehirn eng anliegenden, bindegewebigen Hülle. Hinter dem Pigment liegen die Epithelzellen des Hirnventrikels. Die vordere Wand der einfachen Gehirnhöhle ist überaus dünn. Meinen Beobachtungen zufolge unterscheidet sich das Pigment des Gehirns kaum vom Pigment des Rückenmarks«. Somit existirt das Auge nach ihm nicht.

Retzius und J. Müller[1]) beobachteten Augen und zwar äussert sich J. Müller folgendermassen: »Am vorderen, stumpfen Ende des centralen Nervensystems sitzt äusserlich jederseits ein schwacher Pigmentfleck, welcher offenbar das Auge ist in dem elementaren Zustande, wie es bei den Würmern bekannt ist, ohne alle optischen Apparate«. Kölliker[2]) schliesst sich im Wesentlichen der Auffassung von Retzius und Müller an. Er hält mit ihnen die zwei Pigmentflecke seitlich am vorderen Ende des Centralnervensystems für Augen und für verschieden von den übrigen Pigmentflecken desselben, wenn schon alle lichtbrechenden Körper zu mangeln scheinen. Für diese Annahme spricht sowohl ihre Lage, als der Umstand, dass ein kurzer Nerv zu ihnen tritt.

Quatrefages[3]) gibt unter der Annahme einer symmetrischen Augenanlage eine sehr ausführliche Beschreibung. Er sagt: »Das erste Nervenpaar wird vom Opticus gebildet. Sie entspringen beide an den Seiten und unter dem Gehirne, dicht hinter dem vorderen Ende desselben. Sie erstrecken sich schräg nach vorne und oben vom Auge, welches unmittelbar an die dura stösst, die es umhüllt. Jeder Opticus ist in seinem Verlaufe leicht gebogen. In seinem Ursprunge an dem Gehirne erscheint er kegelförmig, darauf cylindrisch und verbreitert sich am Auge aufs Neue. Seine Länge be-

---

[1]) J. Müller. Ueber den Bau und die Lebenserscheinungen des Branchiostoma lubricum. Abhandlungen der Berliner Academie 1842.

[2]) Kölliker. Das Geruchsorgan des Amphioxus. Müller's Archiv 1843.

[3]) Quatrefages. Sur l'amphioxus. Annales des sciences naturelles. III. Serie. Tome IV. 1845.

trägt 0,1 Mm., sein Durchmesser an der cylindrischen Abtheilung 0,02 Mm. An seinem vorderen Ende breitet sich der nervus opticus aus und verschwindet in einer ringförmigen Pigmentmasse. Vor diesem Pigment sieht man einen gerundeten, durchsichtigen, das Licht stärker als die umgebenden Gewebe brechenden Körper. Dieser Körper ist an die dura angeheftet oder besser gesagt, in die dura eingesenkt. Eine Art abgeplatteter Kapsel mit ausserordentlich zarten Wänden hüllt das Pigment und den halbkugeligen Körper ein. Sie ist mit einer schwach orangefarbigen Substanz gefüllt, die mir flüssig zu sein schien. Das Pigment selber hat die Farbe eines dunklen Weines. Der Körper ist die Linse«. Diese Detailbeobachtungen sind von keinem der nachfolgenden Forscher bestätigt worden.

Im Gegensatze zu diesen Forschern, die eine doppelte Anlage des Auges statuiren, sagt M. Schultze[1]: »Vor dem Rückenmarke befindet sich nur ein schwarzer Pigmentfleck, jedoch gelingt es nur ein Auge zu entdecken«. Ebenso Leuckart und Pagenstecher[2]: »Vor dem Rückenmarksventrikel ein schwarzer, unregelmässiger Pigmentflecken, dicht unter der Hautdecke der linken Seite, das unpaare Auge«.

Zwischen diesen sich entgegenstehenden Angaben über ein doppeltes und einfaches Auge sucht Marcusen[3] in folgender Weise zu vermitteln: »Beim Durchmustern verschiedener Individuen sieht man, dass einige zwei Augen, andere nur eines haben«.

Der neueste Untersucher W. Müller[4] schliesst sich an die Beobachtungen von M. Schultze, Leuckart und Pagenstecher und in der Deutung des am vorderen Ende des Centralnervensystems befindlichen Pigmentflecks als Auge an und spricht sich somit gegen die Annahme von Owsjannikow und Stieda, dass derselbe eine Anhäufung des gewöhnlichen Rückenmarkpigmentes sei, aus. Er hebt hervor, dass der Amphioxus bestimmt das Vermögen besitzt, Lichteindrücke wahrzunehmen, da er in der Gefangenschaft so viel wie

---

[1] M. Schultze. Beobachtungen junger Exemplare des Amphioxus. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. III. 1852.

[2] Leuckart und Pagenstecher. Untersuchungen über niedere Seethiere. Müller's Archiv. 1858.

[3] Marcusen. Sur l'anatomie et l'histologie du Branchiostoma lubricum. Comptes rendus des séances de l'academie des sciences. Tome LVIII. No. 10. Tome LIX. No. 2.

[4] W. Müller. Ueber die Stammesentwickelung des Sehorganes der Wirbelthiere. Leipzig, Vogel. 1875.

möglich das helle Tageslicht vermeidet. Er schildert den Pigmentfleck folgendermassen: »Das vordere, abgerundet frontal stehende Ende des Centralnervensystems besteht durchweg aus geschichtetem, cylindrischen Epithel, dessen Zellen nach aussen an Grösse etwas abnehmen und wie gewöhnlich vorwiegend Spindelform zeigen. Diese Epithelien enthalten in ihrem Protoplasma feine, braune Pigmentkörner, die der Axe des Centralnervensystems entsprechend gelagerten in dickerer Schicht, als die peripherisch liegenden. Die Körnchen sind in dem der Axe entsprechenden Bezirk zum Theil zu grösseren Klümpchen verschmolzen. Sie verhalten sich gegen Säuren und Alkalien indifferent und geben in concentrirten, wässrigen Lösungen der letzteren keinen blauen Farbstoff ab, wie die Pigmentkörner im Rückenmark. Von vorne gesehen, bietet die pigmentirte Partie des Vorderendes eine annähernd kreisrunde Scheibe, deren Dimension bei verschiedenen Individuen nicht unbedeutend verschieden ist, von der Seite gesehen, bilden die pigmentirten Partien einen planconvexen Meniscus mit nach vorne gerichteter Convexität«. Müller macht besonders darauf aufmerksam, dass die Pigmentirung sich in gleicher Weise in einem früheren Entwickelungsstadium am Sehorgan der Salpen wiederfindet.

Es ergibt sich nun aus diesen Angaben, dass die grosse Mehrzahl der Forscher geneigt ist, den pigmentirten Fleck am vorderen Ende des Centralnervensystems als Sehorgan zu deuten, und dass die neuesten Untersuchungen zur Annahme eines einzigen führen. Ich erkenne die Existenz dieser pigmentirten Partie an, allein mir ist es ebenso wenig wie den anderen Forschern gelungen, an derselben einen solchen Bau zu entdecken, wie ihn Quatrefages beschrieben, dagegen vermag ich mich im Wesentlichen den Angaben W. Müller's anzuschliessen. Im Uebrigen glaube ich mich in Uebereinstimmung mit Owsjannikow und Stieda gegen Müller und die übrigen Autoren dahin aussprechen zu müssen, dass die pigmentirten Zellen am vorderen Ende des Centralnervensystems kein Auge darstellen. Dabei gestehe ich allerdings keine Ahnung von der physiologischen Bedeutung dieser constanten Bildung zu haben. Jedenfalls ist das stete Vorkommen von Pigmentmassen an der angegebenen Stelle gegenüber dem Wechsel in dem Auftreten von Pigmentanhäufungen an den übrigen Theilen des Centralnervensystems wunderbar. Bemerken möchte ich dabei noch, dass ich bei manchen Exemplaren den Pigmentfleck des Gehirns nicht einfach gesehen habe, sondern dass ich oftmals in den Zellen der Vorder-

hirnblase ventralwärts eine kleine, selbstständige Pigmentanhäufung bemerkte. Vielleicht erklärt sich so die Angabe hervorragender Forscher, dass zwei Augen existiren, respective die Angabe von Marcusen, dass Amphioxus bald ein, bald zwei Augen besitzt.

Die Ansicht nun, dass wir es dabei nicht mit einem auf der ersten Stufe der Bildung eines Wirbelthierauges aus der Vorderhirnblase stehen gebliebenen Sehorgan zu thun haben, hat sich bei mir erst nach langem Zaudern und manchem Bedenken befestigt, allein die Thatsachen, die ich anführen werde, stehen mir zur Seite und sprechen in zwingender Weise dafür. Ich bin um so mehr dazu gedrungen, weil es mir, wie ich glaube, gelungen, auch bei unserem europäischen Amphioxus Apparate nachzuweisen, die, wenn auch nicht in dem vollkommenen Grade, wie es bei den Thieren aus der Südsee der Fall, wohl im Stande wären, eine Lichtempfindung zu vermitteln, Apparate, welche bereits, wie mir aus den Arbeiten Leuckart's und Pagenstecher's hervorzugehen scheint, die Aufmerksamkeit dieser Forscher, wie auch die von Quatrefages erregt haben.

Bei der Durchmusterung der dem Museum Godefroy in Hamburg entnommenen Amphioxus aus der Südsee (Vitiinseln) fand ich zu beiden Seiten des vorderen zugespitzten Körperendes (Fig. 1), oberhalb und nach vorn von der mit dem bekannten Tentakelringe versehenen Mundöffnung zwei Pigmentflecke, die bei Betrachtung mit der Loupe sich als in zwei flachen, grubenartigen Vertiefungen belegen herausstellten. Diese Gruben nehmen den Raum zwischen dem die Vorderhirnblase tragenden Chordaende und der Mundöffnung ein und aus deren Auftreten ist es wohl zu erklären, dass man bei Conservirung in Erhärtungsflüssigkeiten das vordere, spitze Kopfende der Thiere entweder nach der einen oder nach der anderen Seite geknickt findet. Einmal aufmerksam auf diese Vertiefungen, fand ich dieselben mehr oder minder ausgeprägt und mehr oder minder ausgedehnt bei sämmtlichen von mir untersuchten Exemplaren, auch bei denen aus dem Mittelmeer, von denen ich einige besonders gut conservirte der Güte des Herrn Dr. Steiner aus Halle verdanke. Zugleich zeigte sich, schon bei der Betrachtung mit blossem Auge, bei einigen von diesen Thieren, in denselben ein pigmentirter Fleck und das Mikroskop zeigte, dass in der Umgebung dieses, der freilich nicht die Grösse desjenigen der Südseeexemplare besass, wenn auch der Bau vollkommen übereinstimmend war, noch einzelne kleinere pigmentirte Stellen, unregelmässig zerstreut vorhanden waren (Fig. 2).

Allein auch bei den übrigen Thieren, bei denen keine Spur von Pigment an der Körperoberfläche zu entdecken, zeigte sich in diesen Vertiefungen, und dieselben mehr oder minder deutlich gegen die Umgebung abgrenzend, etwas Besonderes. Sie erschienen dunkler wie die Umgebung und bei allen pigmentirten und pigmentlosen Thieren fanden sich die später zu beschreibenden, stark lichtbrechenden Körper. Der Gedanke, dass es specifische Organe, speciell Augen seien, musste sich mir somit von selber aufdrängen, um so mehr, weil es mit Ausnahme von QUATREFAGES keinem Forscher gelungen, an den pigmentirten Stellen des vorderen Endes des Centralnervensystems besondere lichtbrechende Apparate nachzuweisen, und solche mit Nerven- und Centralganglienzellen in Verbindung stehende Körper muss doch ein als Auge functionirendes Organ zeigen.

In der Annahme der specifischen Natur wurde ich noch weiter bestärkt durch Befunde, die KOWALEWSKY[1]) bei Embryonen von Amphioxus gemacht. Nicht weit vom vorderen Ende der chorda findet man bei den Thieren eine deutliche, flache Scheibe, welche nach ihm zu einem Sinnesorgan wird. Er erwähnt weiterhin, dass sich dieselbe zu einem Flimmerorgan entwickle, obgleich er an einer vorhergehenden Stelle ausdrücklich hervorhebt, dass das vordere Ende des Embryo in späteren Entwickelungsstadien vollständig die Flimmercilien verliert. Diese Angaben KOWALEWSKY's lassen mich annehmen, dass dieser ausgezeichnete Forscher bei der Fülle interessanten Details, welches sich ihm darbot, und welches ihn in den Stand setzte, die einzelnen bereits bekannten Organe des Amphioxus in ihrer Entwickelung zu verfolgen, dieses Organ, welches bis dahin bei erwachsenen Thieren nicht beobachtet war, nicht besonders beachtete. Dafür spricht auch der Umstand, dass er nirgends angibt, welches Sinnesorgan er in dieser Scheibe vermuthet. Ebenso wenig schildert er die weiteren Umwandlungen derselben oder das Verschwinden, dagegen findet sich die Scheibe bis zu einem ziemlich späten Entwickelungsstadium in seinen Zeichnungen, wofür die Figuren 31, 32 und 33 seiner Arbeit die besten Belege darbieten. Dieses von KOWALEWSKY gefundene Organ scheint bereits von LEUCKART und PAGENSTECHER bei jungen Amphioxus gesehen worden zu sein. Ihre Fig. 1 zeigt nämlich an ähnlicher Stelle wie bei KOWALEWSKY unter der chorda und oberhalb des vorderen Theiles der

[1]) KOWALEWSKY. Entwickelungsgeschichte des Amphioxus lanceolatus. Mémoires de l'academie de St. Pétersbourg. VII. Serie. Tome XI.

Mundöffnung, in der senkrechten Ebene des vorderen Endes dest Centralnervensystems einen dunklen, kreisrunden Fleck. Darauf geh auch vielleicht die Beschreibung dieser Autoren, wonach »bisweilen in stark lichtbrechenden Zellen unter der chorda das Material zur Bildung der Knorpelstäbchen gegeben scheint«. Ferner »Aehnliche senkrecht stehende, neben einander gereihte Zellen liegen bei allen Thieren in dem Saume der Mundöffnung zu einem Ringe geschlossen«. Jedenfalls geht aus dieser Zeichnung und aus denen von Kowalewsky hervor, dass die Lage dieses Organes oder Zellencomplexes dieselbe ist, wie die der Pigmentflecke, welche ich bei den von mir untersuchten Amphioxus der Südsee entdeckte und der dunklen Grubenflecke, welche ich bei den meisten Thieren aus dem Mittelmeere fand. Immer liegen dieselben, wie hervorgehoben, unter und etwas nach vorn von demjenigen Theile der chorda, welcher das Gehirnende des Centralnervensystems trägt und vor und oberhalb der Mundöffnung, und so glaube ich nicht fehlzugreifen, wenn ich die von mir angeführten Stellen der Körperoberfläche, seien sie pigmentirt oder pigmentlos, als dunklere Flecke auftretend, mit den von den genannten Autoren gefundenen Organen in Zusammenhang bringe. Freilich fehlen mir die einzig und allein eine sichere Grundlage darbietenden Beobachtungen der Entwickelung des Organes; allein vielleicht richtet sich die Aufmerksamkeit günstiger situirter Forscher auf diesen, wie mir scheint, höchst interessanten Punct.

Weiterhin erscheint es mir wichtig, dass die dunkleren Flecke in den Kopfgruben des Mittelmeeramphioxus, die bei einigen, wie wir gesehen, Gruppen von Pigmentmassen zeigen, und bei den Amphioxus der Südsee einen grossen Pigmentfleck aufweisen, sich nicht über den Bereich der Ausbreitung desjenigen Nerven erstrecken, den Quatrefages als vagus zu deuten geneigt ist, während Owsjannikow denselben als facialis in Anspruch nimmt. Es weist das auf ein Abhängigkeitsverhältniss zwischen dem Nerven und den Bestandtheilen der Flecke hin und zeigt, dass wir ihnen eine besondere Function zu vindiciren haben. Auch mit Rücksicht auf diesen Umstand trage ich kein Bedenken, mich dahin auszusprechen, dass wir in den epithelialen Elementen, in denen sich dieser Nerv ausbreitet, das Auge, und in dem Nerven den opticus zu sehen haben. Dasselbe wäre demnach als modificirtes Oberflächenepithel in der denkbar einfachsten Anlage, wie sich dasselbe in den niederen Classen der Wirbellosen nicht gar selten in gleicher Weise findet, vorhanden.

Es erscheint mir dieser Umstand mit Bezug auf den Zusammenhang von Wirbelthieren und Wirbellosen nicht ganz unwichtig. Liefert doch auch die Entwickelungsgeschichte des Amphioxus, nach den ausgezeichneten Beobachtungen von KOWALEWSKY, dafür ausreichende Belege. Meines Erachtens weist der primitive Zustand des Auges, welches sich direct aus dem Epithel oder dem Ectoderm differenzirt, darauf hin, dass der Stammbaum des Amphioxus weit in der Thierreihe zurückliegt, dass derselbe zu Thieren nahe verwandtschaftliche Beziehungen hat, deren Sehorgane allerdings am Kopfende, in der Nähe des Centralnervensystems, symmetrisch gelagert, doch nichts weiter darstellen, als Umwandlungen epithelialer und an der Körperoberfläche frei vorragender Elemente.

So unzweifelhaft nun meines Erachtens Amphioxus der Wirbelthierclasse angehört, so würde derselbe doch, die Richtigkeit meiner Beobachtungen und Deutungen vorausgesetzt, mit Bezug auf die Bildung des Auges aus der Reihe der übrigen Vertebraten heraustreten, deren Sehapparate sich ja aus dem Gehirne, somit indirect aus dem Ectoderm entwickeln, und stets unter dem Integumente gelagert sind. Würde dadurch die Kluft zwischen Amphioxus und den Cyclostomen eine ungemein viel weitere, als man nach den bisherigen Beobachtungen anzunehmen Grund hatte, so würde andererseits die ungeheure Kluft, die zwischen der Bildungsweise der Sehorgane der Wirbelthiere und der Wirbellosen besteht, in erheblichem Maasse ausgeglichen und somit den Gegnern des DARWIN'schen Princips eine gewichtige Waffe entwunden, über deren Wichtigkeit die Anhänger derselben meiner Ansicht nach allzuleicht hinweg gegangen sind. Der Amphioxus steht demnach dem Stamme des Wirbelthiertypus näher, als man bisher annehmen konnte, Thieren, deren Augen, wenn sich überhaupt solche differenzirt hatten, wie bei einigen Würmern, am Kopfende befindlich, durch einfache Differenzirung epithelialer Zellen im Bereiche zweier symmetrisch auftretender Nerven sich geltend machten, und die entweder als zusammenhängende, an der Körperoberfläche frei vorragende Zellmassen, als paarige Augenflecke auftraten, oder sich vielleicht auch daneben als paraocelli geltend machten, sich aber immer an den Bereich des Augennerven hielten.

Auf diesen Zustand weisen auch die Südseeamphioxus hin, deren Augen die vollkommensten sind, indem eine nähere Betrachtung lehrt, dass sich ausser den grossen Augenflecken kleinere Nebenflecke (Fig. 1) finden und namentlich ein ausgeprägter, von vorn

nach hinten sich erstreckender, spindelförmiger oberhalb der chorda, etwas oberhalb und vor der am vorderen Ende des Centralnervensystems dorsalwärts gelegenen, sogenannten Riechgrube.

Ich bin nun weit davon entfernt zu leugnen, dass sich auch an anderen Stellen der Körperoberfläche Pigmentanhäufungen finden, ganz abgesehen von der mehr oder minder ausgedehnten Pigmentirung im Centralnervensystem, im Gegentheil, die Beobachtungen von Rathke, ferner die von Stieda, welcher hervorhebt, dass das Protoplasma der Epidermiszellen bei einigen Individuen schwärzliches oder bräunliches Pigment enthält, lassen sich vollkommen bestätigen. Somit hätte denn die Beobachtung der beschriebenen Pigmentflecke keine besondere Bedeutung, und wenn ich dieselben als Augenflecke deutete, so würde das auch auf die pigmentirten Zellen an anderen Stellen der Körperoberfläche Anwendung finden müssen. Dazu läge jedoch nur dann ein Zwang vor, wenn man der Ansicht huldigt, dass überhaupt das Vorkommen von Pigment bei denjenigen Thieren, und es handelt sich dabei ja ausser dem Amphioxus hauptsächlich um die niederen Classen der Wirbellosen, deren Sinnesorgane sich direct aus den Zellen des Ectoderms differenziren, das Vorhandensein von Augen documentirt. Das ist aber meines Erachtens nicht statthaft und für mich ist die Möglichkeit der Deutung einer pigmentirten Stelle der Körperoberfläche als Auge nur dann gegeben, wenn es gelingt, an den Pigmentzellen oder an zwischengelegenen Zellen besondere mit den Endausläufern eines Nerven in Verbindung stehende Apparate nachzuweisen, die vermöge ihrer Structur und chemischen Zusammensetzung im Stande sind, die Bewegung des Lichtäthers in Nervenbewegung umzusetzen, oder es muss der Nachweis geführt werden, wenn Pigmentzellen ohne Lichtbrechungsapparate, oder diese ohne jene sich finden, dass dieselben an den Stellen vorkommen, wo bei den nächstverwandten Thieren solche mit den Endapparaten des Sehnerven vorhanden sind. Diesen Nachweis glaube ich, wie früher erwähnt, bei Amphioxus führen zu können. So sind nur diejenigen Pigmentflecke und Zellenanhäufungen als Auge und Nebenauge zu deuten, welche im Bereiche des von Quatrefages als vagus, von Owsjannikow als facialis gedeuteten Nerven sich fanden, eines Nerven, den auch Joh. Müller, sowie Leuckart und die übrigen neueren Forscher, wie u. A. Kowalewsky, recht wohl kennen. Ob nun die mangelhafte Pigmentirung in den als Auge gedeuteten, dunklen Zellflecken des europäischen Amphioxus als ein Rückschritt anzusehen, oder ob im Gegentheil von ihnen aus eine

continuirliche Fortentwickelung der epithelialen Elemente bis zu den pigmentirten Augenflecken, namentlich der tropischen Amphioxus stattfindet, muss dahin gestellt bleiben. Die Verhältnisse, welche die Fortentwickelung, resp. die Rückbildung dieser Sinnesorgane mit sich führen, mögen wohl in der Lebensweise, vor allen Dingen aber in der Beschaffenheit des Bodens und der Intensität des Lichtes begründet sein.

Betrachtet man auch nur oberflächlich die Pigmentflecke des Südseeamphioxus (Fig. 3), so entdeckt man eine sehr zierliche Zusammensetzung, eine Zellenmosaik, die, wenn auch wechselnd in der Form, dennoch, namentlich im Centrum, eine gewisse Regelmässigkeit nicht verkennen lässt. Die Pigmentzellen umgrenzen, namentlich in der Mitte, mehr oder minder regelmässige, polygonale, helle Felder (Fig. 4), die in verschiedenen Abständen von einander gelagert, gegen die Peripherie hin gleichsam sich öffnen und die Form langgestreckter Züge oder unregelmässiger, heller Flächen annehmen, in denen in unregelmässiger Weise Pigmentzellen eingesprengt sind. An der Peripherie selber hört das dichte Zusammenschliessen der Pigmentzellen auf, dieselben werden sparsamer, stehen zerstreut (Fig. 5) und verlieren sich allmälig zwischen den hellen Zellmassen der Epidermis, die, wie Quatrefages ganz richtig bemerkt, ziemlich regelmässige, fünf- oder sechsseitige Prismen darstellen. Eine vollkommen scharfe Begrenzung des Pigmentflecks ist somit unter dem Mikroskop nicht zu entdecken. Noch weniger ist das bei den Amphioxus aus dem Mittelmeere der Fall, die ebenfalls, wie früher erwähnt, an der angegebenen Stelle des Kopfes (Fig. 2) Pigmentirungen besitzen. Diese sind bald mehr, bald minder ausgedehnt, oftmals einfach, gewöhnlich aber mehrfach vorhanden und in verschiedenen Abständen von einander gelagert. Musivische, regelmässigere Felder finden sich nur im grössten Flecken im Centrum, in den übrigen sind sie von der verschiedensten Form und Grösse und an der Peripherie verschwinden sie dadurch, dass die Pigmentzellen, wie bei den Thieren aus der Südsee, sich unregelmässig zerstreut zwischen den hellen Zellmassen finden.

Hob ich nun so eben hervor, dass die Begrenzung der pigmentirten Stellen eine durchaus wechselnde und unbestimmbare, so gilt dasselbe doch keineswegs für die in den Kopfgruben gelegenen Oberflächenzellen, zwischen denen die Pigmentzellen eingestreut sein können, und die ich mit dem Sehnerven in Zusammenhang bringe. Mag ein grosser zusammenhängender Pigmentfleck vorhanden sein, oder

mehrere gesonderte oder gar keiner, wie bei den meisten Thieren aus dem Mittelmeere, immer ist es möglich, freilich mit grösserer oder geringerer Schärfe, eine Begrenzung dieser Zellmassen gegenüber den übrigen Epidermiszellen nachzuweisen. Die einzelnen sind in ihren protoplasmatischen, körnigen Massen zusammengedrängter und erscheinen somit in toto dunkler, während die anderen, wie auch bereits QUATREFAGES nachgewiesen, durch eine um die centrale, körnige, protoplasmatische Substanz, die den Kern enthält, gelagerte, ausgedehntere, helle, durchsichtige Substanz, in der manchmal nur mit Schwierigkeit die Zellcontouren erkannt werden können, ausgezeichnet sind. Die Zellen bestehen somit aus zwei Substanzen, einer hellen, peripheren und einer dunklen, körnerreichen, centralen. Letztere zeigt immer die characteristischen Eigenschaften des Protoplasma, während erstere eher den Intercellular- oder Kittsubstanzen ähnelt. Dennoch möchte ich sie für einen integrirenden Bestandtheil der Zelle, ein differenzirtes Protoplasma halten, eben weil die Zellgrenzen in derselben verlaufen, und ich wäre sehr geneigt, dieselbe als ein Paraplasma im Sinne von KUPFFER[1]) anzusehen. Diese Substanz ist in den Zellen des Augenflecks entschieden in den Hintergrund getreten, wenigstens nicht so ausgedehnt als in der Peripherie der Zelle, wenn sie sich auch zwischen das Protoplasma reichlicher erstrecken mag, wie an den übrigen Zellen. Das lässt sich nur an der Hand speciell auf diesen Punct gerichteter Untersuchungen und an frischen Objecten nachweisen.

QUATREFAGES scheint bereits auf die Differenzen der Epidermiszellen aufmerksam geworden zu sein und die Zeichnungen Taf. XII, Fig. 8, 9, 10 erscheinen mir im Wesentlichen entsprechend. Freilich deutet dieser Forscher die helle, periphere Zellsubstanz als Zellmembran. STIEDA behauptet dagegen, dass sämmtliche Zellen der Oberfläche gleich seien, nur hier und da zeige sich schwärzliches oder bräunliches Pigment eingelagert. Dagegen tragen die Zellen nach ihm überall eine Cuticularmembran. Im Gegensatz dazu hebt REICHERT[2]) zwischen den kurzen, cylindrischen Epidermiszellen am Kopf- und Schwanzende andere Zellen hervor, deren Zellenmembranen an der freien Endfläche mit einem ziemlich consistenten, sta-

---

[1]) KUPFFER. Ueber Differenzirung des Protoplasma an den Zellen thierischer Gewebe. (Vortrag, gehalten im physiologischen Verein zu Kiel, 1875.)

[2]) REICHERT. Zur Anatomie des Branchiostoma lubricum. Archiv für Anatomie und Physiologie. 1870.

chelförmigen Fortsatz ausgerüstet sind und deren Verbindung mit Nerven von ihm nicht constatirt werden konnte.

Allen diesen soeben angeführten Ansichten über die Epidermiszellen liegt etwas Richtiges zu Grunde. Quatrefages hat, wie wir gesehen, Recht mit Bezug auf das hellere und dunklere Aussehen der Zellen, Stieda mit der Annahme einer Cuticularmembran und Reichert mit der Aufstellung zweier Zellformen, von denen eine einen stachelartigen Aufsatz trägt. Die histologischen Verhältnisse sind aber ausserordentlich viel complicirter und Stieda befindet sich im offenbarsten Unrecht, wenn er alle Zellen, abgesehen von der Pigmentirung, identisch gestaltet sein lässt. Leider habe ich selber wichtige Puncte unaufgeklärt lassen müssen, weil mir kein frisches Material zu Gebote stand, allein ich glaube doch wesentlich weiter gedrungen zu sein, wie meine Vorgänger.

In der dunklen Zellanhäufung der Kopfgruben des Mittelmeeramphioxus, in der bei einigen die durch die Pigmentzellen hervorgerufenen Mosaikfiguren auftreten, lassen sich mindestens zwei Zellformen unterscheiden, die ein Schlaglicht auf die Umwandlung desselben zu dem ausgedehnten, pigmentirten Fleck am vorderen Körperende des Südseeamphioxus liefert. Die einen tragen wie die übrigen Epidermiszellen, wie Stieda richtig bemerkt, einfache Cuticularsäume, die zuweilen an der freien Oberfläche kleine Erhebungen wie Höcker etc. zeigen, ohne dass ich zu sagen vermag, wie weit auf deren Bildung die Erhärtungsflüssigkeit (absoluter Alkohol) Einfluss gehabt hat. Im Uebrigen besitzen sie keine andere Form, wie die der übrigen Oberflächenzellen. Zwischen ihnen kommen nun aber hellere, durch bald mehr röthlich, bald blau oder meergrün schillernde, sehr stark lichtbrechende, rundliche, manchmal auch etwas eckige Körper, ausgezeichnete Zellen vor. Ihr optisches Verhalten weist bei der Betrachtung von der Fläche und bei verschiedener Einstellung darauf hin, dass wir es mit kegelförmigen Erhebungen des cuticularen Saumes zu thun haben. Bei der geringen Ausdehnung des Fleckes ist es mir leider nicht gelungen, gute Durchschnittsbilder zu gewinnen, und Zerzupfungspräparate gelangen nicht, wegen der ausschliesslichen Anwendung des absoluten Alkohol als Erhärtungsmittel. Uebrigens liess sich die Kegelgestalt der lichtbrechenden Körper auch hier und da an etwas umgelegten Zellen constatiren. Diese Zellen zeigten sich bald dichter, bald weniger dicht zusammengedrängt, ohne dass es möglich gewesen, eine allgemeine Regel für deren Vertheilung aufzustellen. Im Centrum des

Fleckes erschienen sie mir zahlreicher. Ausserdem zeigten sich gar nicht selten in ihrer Umgebung bald reichlicher, bald sparsamer eingesprengt, kleine rundliche Elemente, bei denen es mir ganz unklar geblieben ist, ob es Kunstproducte sind, oder ob sie etwa feine, fadenförmige Zellen darstellen. Die Vertheilung macht manchmal den Eindruck von Stäbchen und Zapfen der menschlichen retina, oder besser noch von den specifischen Zellen der Nasenschleimhaut. Die Unregelmässigkeit ihres Auftretens legt aber den Gedanken an Kunstproducte nahe.

Von diesen Zellformen sind, die Umwandlung des dunklen Fleckes der meisten europäischen Amphioxus in die oder den Pigmentfleck der Thiere aus dem Mittelmeere oder der Südsee vorausgesetzt, nur die zuerst erwähnten, den übrigen Epidermiszellen in ihrem Aussehen am nächsten stehenden, veränderlich und werden durch Aufnahme von Pigmentmolecülen zu den Pigmentzellen Fig. 4 *a* und 5', während die anderen im Wesentlichen sich nicht umwandeln. Höchstens möchte bei der Anwesenheit der Pigmentzellen die Zahl der mit einem lichtbrechenden Körper versehenen Zellen eine grössere und die lichtbrechende Kraft der Körper eine bedeutendere sein. Wenn nun, wie es im Centrum des Fleckes der Fall, die Umgrenzung dieser Zellen von Seiten der pigmentirten eine regelmässigere und die hellen Felder nur durch eine oder zwei, höchstens drei Pigmentzellreihen getrennt sind, so liegen sie in ihren Zellcontouren deutlich unterschieden (Fig. 4 *b*) zu 6 oder 8 an der Zahl. Die im Centrum des lichten Feldes gelegene erscheint dabei gewöhnlich etwas grösser und rundlicher, während die anderen regelmässiger polygonal sind.

In der Peripherie pflegen dieselben weniger regelmässig geformt zu sein und die Zellcontouren lassen sich nur selten scharf verfolgen (Fig. 5). Die lichtbrechenden Körper erscheinen dabei nicht conisch, sondern mehr cylinderförmig und dicker, aber kürzer. Zu gleicher Zeit schienen sie mir weniger stark lichtbrechend zu sein, wenigstens sah ich das Farbenspiel niemals so schön auftreten, wie im Centrum.

Was nun das Verhalten der feinen in der cutis verlaufenden und als blasse Axencylinder erscheinenden Endverzweigungen des zweiten Gehirnnerven betrifft, die sich bis dicht unter das Epithel verfolgen lassen, so ist es mir leider nicht gelungen, absolut sichere Aufschlüsse darüber zu bekommen. Ich zweifle aber nicht daran, dass dieselben zu den Zellen in Beziehung stehen, welche die stark

lichtbrechenden Aufsätze, die ich den Stäbchen der höheren Thiere gleich erachte, tragen, um so weniger, weil es nicht gar selten gelingt, die feinsten Nervenverzweigungen bis unter dieselben zu verfolgen. Darüber werden nur Untersuchungen an mit den verschiedensten Reagentien behandelten Thieren, resp. Querschnitte und Zerzupfungspräparate Aufschluss geben können. Zieht man dabei nun in Betracht, dass diese lichtbrechenden Zellen bei den europäischen und den Südseeamphioxus im Wesentlichen unverändert bleiben, während die umgebenden Zellen durch Aufnahme oder durch Verlust der Pigmentmolecule als variable erscheinen, nimmt man ferner hinzu, dass der Grundplan eines Auges stark lichtbrechende Körper erfordert, und dass unsere Erfahrungen von den Wirbellosen namentlich, ganz abgesehen von den Wirbelthieren, zeigen, dass die Sehorgane sich an der Körperoberfläche differenziren und oft aus lichtbrechenden Zellen und lichtabsorbirenden Pigmentzellen, gegen die hin sich Nerven verfolgen lassen, bestehen, so glaube ich nicht fehl zu greifen, wenn ich, selbst bei dem mangelnden Nachweise des Nervenendes an den specifischen Zellen, den ganzen Fleck, wie ausgedehnt auch immer seine Pigmentirung sei, als Auge deute. Die Berechtigung ist wenigstens grösser, als die der übrigen Autoren, welche den Pigmentfleck am Centralnervensystem als Auge deuten, da ihnen der Nachweis lichtbrechender Körper nicht gelungen.

An den kleinen Pigmentflecken im Bereiche des dorsalen Astes des zweiten Gehirnnerven (Fig. 1 *b*) habe ich niemals eine musivische Zeichnung entdecken können. Sie bestehen ausschliesslich aus Pigmentzellen, wie sie dem grossen Augenfleck eigenthümlich. Ob Nervenfasern in dieselben hineintreten und somit auch hier die an der freien Oberfläche dieser Zellen befindliche Cuticularbildung die Bedeutung eines wenn auch unvollkommenen, lichtbrechenden Körpers hat, vermag ich nicht zu sagen, ist mir aber nicht unwahrscheinlich, da dieselben im Bereiche der Nervenausbreitung vorkommen. Sie würden somit als Nebenorgane (paraocelli) dienen, und wohl nur unvollkommen zur Vermittlung der Gesichtsempfindung beitragen.

Endlich möchte ich noch auf eigenthümliche Zellen aufmerksam machen, die auch zu der Classe der Sinneszellen gehören und die, wie mir scheint, Reichert zuerst entdeckt und beschrieben hat, wenn es ihm auch nicht gelungen, den Zusammenhang mit Nerven nachzuweisen. Es sind seine Stachelzellen, die am Kopf- und Schwanzende vorkommen sollen. Das Schwanzende habe ich auf

deren Vorkommen nicht untersucht. Am Kopfende jedoch, namentlich zahlreich in der Umgebung des Augenflecks, finden sich grössere, rundliche, helle Zellen (Fig. 6 *b*), die am basalen Ende im Bereiche des Kernes etwas ausgebaucht erscheinen. Eine von ihnen habe ich in Verbindung mit einem feinen Nervenfäserchen gesehen. Die hellen Zellen tragen wie alle anderen einen Cuticularsaum, aus dem sich ein kurzer, starrer, das Licht brechender, spitz auslaufender Stachel erhebt. Umgeben werden diese Zellen von einem Kranze mehr rundlicher, gewöhnlicher Epidermiszellen (Fig. 6 *a*), die dicht aneinander geschlossen liegen. Welche Bedeutung dieselben besitzen, ob dieselben etwa in Uebereinstimmung mit der Form der Acusticuszellen der übrigen Wirbelthiere als Gehörzellen zu deuten, ob sie Tastapparate sind, oder in die Categorie derjenigen Empfindungsapparate gehören, die LEYDIG[1] als Organe des sechsten Sinnes beschreibt und die namentlich F. E. SCHULZE[2] in seinen vortrefflichen Arbeiten weiter analysirt, vermag ich nicht zu sagen. Immerhin scheinen sie mir der Erwähnung werth und näherer Untersuchung bedürftig. Dasselbe gilt auch von den Epithelien der Bauchhöhle, die W. MÜLLER als Nieren deutet und die er in seiner vorzüglichen morphologischen Arbeit behandelt[3]. Ich habe, und das würde der W. MÜLLER'schen Deutung, der ich mich vollkommen anschliesse, eine weitere Stütze geben, an den fraglichen Zellen Andeutungen einer Streifung und somit eine Zusammensetzung gesehen, wie HEIDENHAIN[4]) sie in der neuesten Zeit an den Nierenepithelien beobachtet, eine Beobachtung, die mir wie KUPFFER von der folgenschwersten Bedeutung nicht allein für die Structurverhältnisse der Secretionsepithelien, sondern der Zellen überhaupt, ja sogar der einzelligen oder einfachen Protozoen erscheint.

[1]) LEYDIG. Ueber Organe eines sechsten Sinnes. Dresden 1868.
[2]) F. E. SCHULZE. Archiv für mikroskopische Anatomie. Bd. 6.
[3]) l. c
[4]) HEIDENHAIN. PFLÜGER's Archiv. 1874.

Breslau, Mitte Mai 1875.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel IX.

Figur 1. Zeichnung nach QUATREFAGES modificirt. Vorderes Ende des Amphioxus. *a*. Grosser Augenfleck. *b*. Kleiner dorsaler. *c*. Centraler. *d*. Dorsaler Ast des zweiten Gehirnnerven oder des opticus.

Figur 2. Vorderes Körperende eines Amphioxus aus dem Mittelmeer. *a*. Centralnervensystem mit dem Pigment. *b*. chorda. *cc*. Augenflecke.

Figur 3. Die Zellmosaik des grossen Augenfleckes eines Amphioxus aus der Südsee.

Figur 4. Zellmosaik aus dem Centrum des Auges eines Südseeamphioxus. *a*. Pigmentzellen. *b*. Periphere, *c*. centrale Opticuszelle mit den lichtbrechenden Körpern.

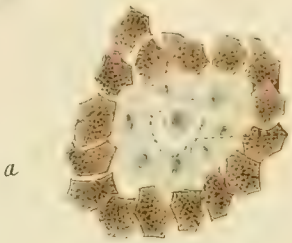
Figur 5. Pigment- und Opticuszellen mit lichtbrechenden Körpern aus der Peripherie des Augenfleckes eines Südseeamphioxus.

Figur 6. Epidermiszellen des vordersten Endes eines Amphioxus. *a*. Periphere Zellen. *b*. Grosse centrale Sinneszelle mit dem Stachel *c* von der Fläche gesehen.

Die Zeichnungen verdanke ich der Güte des Herrn Dr. GABRIEL.

Fig. 1.

Fig. 4.



a

Fig. 2.

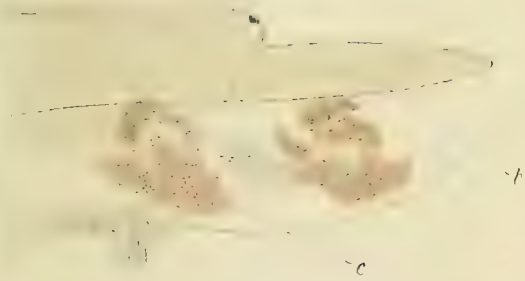


Fig. 6.

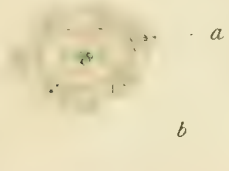


Fig. 5.

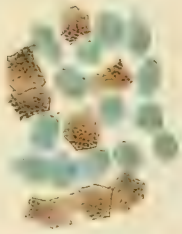


Fig. 3.

Dr. Gabriel del.

Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig.

Einige Bemerkungen zu Götte's „Entwickelungsgeschichte der Unke als Grundlage einer vergleichenden Morphologie der Wirbelthiere".

Von

C. Gegenbaur.

In einer Zeit, in welcher grössere monographische Leistungen der gesammten literarischen Production gegenüber zu den Seltenheiten gehören, muss ein Werk wie Götte's »Entwickelungsgeschichte der Unke« in seiner äusseren Erscheinung unzweifelhaft grosses und gerechtes Aufsehen erregen. Birgt es doch, wie der Umfang andeutet, die Früchte jahrelanger Arbeit und trägt in seinem Atlas in sorgfältigst ausgeführten Bildern einen, wenn auch nur geringen Theil der Mühe zur Schau, welche der Autor zur Gewinnung der empirischen Grundlagen aufwenden musste. Indem es einen complicirten thierischen Organismus von seinem ersten einfachsten Zustande aus dem Ei an, durch vielfache Wandelungen in den vollendeten Zustand überführt und jene Veränderungen in ihrem Causalnexus genauerer Prüfung unterzieht, zugleich der Betheiligung aller Formelemente an dem allmäligen Aufbau der Organe alle Rücksicht widmend, erfüllt es dem Anscheine nach die strengsten an die Ontogenie zu stellenden Ansprüche. Gewiss entspringt aus der Durchführung nach solchem Maassstabe angelegter Forschungen über die individuelle Entwickelung der grösste Gewinn für das Verständniss der Organisation, und damit für die morphologische Wissenschaft. Man wird es daher verstehen können, wenn der Verfasser selbst von dieser Bedeutung der Ontogenie durchdrungen ist. Erkennen wir doch in den Arbeiten von C. E. v. Baer's, dann in jenen von Rathke, Reichert, Vogt und Bischoff, wie in denen eine neue Epoche beginnenden Remak's wie mancher Anderen, die wich-

tigsten Grundsteine für die Morphologie der Wirbelthiere, und sie werden es bleiben, wie hoch auch der Weiterbau der Wissenschaft sich später einmal darauf erheben mag. Wie in der Ontogenie ein Fortschreiten vom einfacheren zum complicirteren, vom niederen zum höheren stattfindet, so zeigt aber auch die Entwickelung der Wissenschaft einen ähnlichen Gang, und die Bedeutung der Vorgänger für die Nachfolger ist ebensowenig zu unterschätzen, als der Werth der Anlage für den entwickelten Organismus. Für die, welche die Wissenschaft weiter zu bilden versuchen, ist es somit am meisten zu beherzigen, wie einmal der Standpunct, von dem aus sie ihre Arbeit beginnen, einzig durch die Arbeit der Vorgänger zu erreichen war, und wie alles, was sie Neues an Erfahrungen und Anschauungen der Wissenschaft zuführen, mit seinen Anfängen weit zurück in längst vergangene Zeiten reicht.

Die individuelle Entwickelungsgeschichte eines Organismus deckt aber ausser den Beziehungen zum ausgebildeten Zustand desselben Organismus noch solche zu anderen Organismen auf, und indem sich im Laufe der Ontogenie Einrichtungen herausstellen, welche in ähnlichen Befunden auch anderen Organismen zukommen, bietet und findet sie Objecte der Vergleichung, und lässt daraus phylogenetische Vorstellungen begründende Erkenntnisse entspringen. Der Verfasser der Entwickelungsgeschichte der Unke hat die Bedeutung der Ontogenie dadurch gewürdigt, dass er fast allen Capiteln seines Werkes einen vergleichenden Theil angefügt hat und sein Werk geradezu »als Grundlage einer vergleichenden Morphologie der Wirbelthiere« bezeichnet. Wie wir uns einerseits nur dazu Glück wünschen können, dass damit der rein descriptive Pfad der Forschung zu einer breiteren, auch die Vergleichung zulassenden Strasse sich ausbildet, so wird man andererseits sich doch der Erwägung nicht entziehen dürfen, ob und in wie fern jener zum Ausgangspuncte gewählte Organismus auch den Anforderungen entspricht, welche an ihn vermöge seiner Stellung zu den anderen, mit ihm zu vergleichenden, gestellt werden müssen. Denn dass dies gleichgültig sei, dass jeder beliebige Organismus einer grossen Abtheilung ontogenetisch untersucht, eine »Grundlage der vergleichenden Morphologie« jener Abtheilung abgebe, wird nicht gut behauptet werden können. Die Ontogenie einer Milbe wird ebensowenig für die Arthropoden eine ausschliessliche Grundlage zur vergleichenden Morphologie derselben abgeben, als die Ontogenie eines Säugethiers für die Morphologie sämmtlicher Vertebraten. Denn wir kennen so viel aus

der Entwickelung und über den Bau der Milben, dass wir behaupten dürfen, es seien von daher eine Menge von Zuständen der Arthropoden eben nicht zu beurtheilen. Im Organismus einer Milbe sind den meisten anderen Arthropoden gegenüber so viel und bereits frühzeitig sich bemerkbar machende Reductionen aufgetreten, dass eine Grundlage für die Morphologie nicht gewonnen werden kann. Andererseits sind wieder bei den Säugethieren so viele Differenzen des Entwickelungsganges im Vergleiche mit jenem niederer Wirbelthiere vorhanden, dass von ihnen ebensowenig eine morphologische Grundlage für's Ganze aufzustellen ist. Wie im ersten Falle die Rückbildung so bereitet im zweiten die Ausbildung des Organismus, welche zahlreiche bei niederen Zuständen sich findende Stadien in der Ontogenie zusammengezogen erscheinen und damit überspringen lässt, ein Hinderniss für die der ganzen Abtheilung geltende fundamentale Bedeutung aller während der Entwickelung sich zeigenden Vorgänge.

Soll also das Ergebniss der ontogenetischen Forschung von einem Organismus für die ganze Abtheilung bedeutungsvolle Tragkraft besitzen, so wird dies Postulat um so mehr erfüllt werden, je weniger Umbildungen der Organismus eingegangen ist, je tiefer also die Stelle ist, die er unter den Verwandten einnimmt, denn nur da werden primitive Einrichtungen in der mindest veränderten Form sich darstellen und gegen differenzirtere Formen, wie gegen niedere Abtheilungen hin directe Anknüpfungspuncte darbieten

Sind nun die gegenwärtig lebenden Amphibien, wie es ihre Organisation lehrt, in vielen Stücken rückgebildet, in anderen so modificirt, dass directe Anschlüsse an höhere Abtheilungen nur an wenigen Organen bestehen und auch Verbindungen gegen niedere nur entfernt erkannt werden können, so nehmen gerade die Anuren schon durch die ausserordentliche Reduction ihrer Wirbelsäule eine noch mehr isolirte Stellung ein. Wenn man erwägt, dass in Anpassung an jene Reductionen schon im Verlaufe der individuellen Entwickelung entsprechende Modificationen auftreten müssen, so wird uns die Entwickelungsgeschichte der Unke mit nur geringer Zuverlässigkeit eine sichere Grundlage für die gesammte Morphologie der Wirbelthiere abgeben können. Durch Götte's zahlreiche Excurse über die Ontogenie anderer Vertebraten wird das wieder zur Compensation gebracht, so dass es nicht sowohl die ausschliesslich von Bombinator entnommenen Darstellungen, als die aus dem Bereiche der anderen Wirbelthiere herbeigebrachten ontogenetischen Thatsachen sind, welche den betreffenden Capiteln ein vergleichend-

morphologisches Gepräge verleihen, und das Ganze dadurch für eine Vertebraten-Morphologie grundlegend scheinen lassen. Doch dürfte mit der einfachen Berücksichtigung anderer Vertebraten noch keineswegs jenes Gepräge gegeben werden, es kommt entschieden auch auf die Art und Weise, in welcher auf andere Organisationen Rücksicht genommen ist, mit einem Worte, auf die Methode an. Was mir zu einer Besprechung des Werkes besonderen Anlass gibt, sind mehrere Puncte, in denen Götte durch seine Untersuchungen zu einer von den Ergebnissen meiner eigenen Untersuchungen zuweilen diametral entgegenstehenden Auffassung gelangt ist, und hier muss mir die Erhebung von Bedenken um so mehr gestattet sein, als sie auch gegen manche Darstellung meiner Angaben sich richten müssen.

Was zunächst die Wirbelsäule betrifft, so ist seit Dugès bekannt, dass einer Anzahl von Anuren die Anlage der Wirbelkörper nicht wie bei den übrigen und auch sonst bei Wirbelthieren, um die Chorda dorsalis erfolgt, sondern dass sie über derselben stattfindet. Joh. Müller, Stannius und Bruch haben darüber gehandelt, und ich selbst habe in »Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie der Wirbelsäule« 1862 jene Angaben für mehrere Anuren im Wesentlichen nur bestätigt, und erlaubte mir zugleich angesichts der offenbaren Verschiedenheit dieses Bildungsvorganges von dem gewöhnlichen, besondere Bezeichnungen dafür vorzuschlagen. Den einen Modus habe ich epichordal, den anderen perichordal benannt. Aus Götte's Beobachtungen ergibt sich aber (pag. 388): »dass die bisher so oft wiederholte Lehre von der ««epichordalen Wirbelbildung«« der Unke und einiger anderen Anuren, wonach die Wirbelsaite und ihre Scheiden in ein continuirliches Band verwandelt würden, welches ausserhalb der darüber entstehenden Wirbelsäule zu Grunde gehen soll, eine durchaus irrige ist«. Wo diese Lehre so oft wiederholt worden sein soll, weiss ich nicht. Epichordal habe ich erst das Verhalten bezeichnet und habe von der Anführung nur da Gebrauch gemacht, wo von der Wirbelsäule der Amphibien gehandelt wurde. Constatiren wir nun: durchaus irrig ist die Lehre von der »epichordalen Wirbelbildung«, die Umwandlung der Chorda in ein Band, welches unterhalb der Wirbelsäule liegen und zu Grunde gehen soll. Wie verhält es sich nun nach der Darstellung Götte's? Wider alles Erwarten erfahren wir, dass die Anlage des Wirbelkörpers in der That über der Chorda stattfindet, dass das perichordale Gewebe, Götte's äussere Chordascheide, sich nur über der Chorda in Knorpel verwandelt, dass also die knorpelige

Anlage des Wirbelkörpers wirklich »epichordal« auftritt. Aber die Chorda erleidet andere Veränderungen, als die früheren Untersucher angaben und darin allein liegt der von Götte angebahnte Fortschritt. Die platt gewordene Chorda bleibt der knorpeligen Wirbelsäule direct angelagert, und der je der Mitte eines Wirbelkörpers entsprechende Abschnitt der platten Chorda lässt Knorpelzellen entstehen und geht allmälig, den Wirbelkörper von unten her ergänzend, in diesen ein, um mit dem Auftreten einer oberflächlichen Knochenlamelle noch inniger dem Wirbelkörper angeschlossen zu werden. An den intervertebralen Strecken dagegen bleibt die Chorda, in einen Theil des von Wirbel zu Wirbel ziehenden Bandapparates umgewandelt unterhalb der knorpeligen Enden der Wirbelkörper und gibt keine zum Aufbau der Wirbel dienende Elemente ab.

Ich nehme an, dass die von Götte sehr detaillirt und sorgfältig gegebene Beschreibung auch für die übrigen Anuren mit epichordaler Wirbelbildung ihre vollkommene Geltung hat, möchte aber fragen, ob der von Götte beschriebene Vorgang mit dem von mir als »perichordale« Wirbelbildung bezeichneten wirklich so sehr übereinstimmt, dass es sich nicht verlohne, beide Processe auch durch besondere Bezeichnungen auseinander zu halten. In das Innere der knorpeligen Anlage des Wirbels kommt bei Bombinator gar nichts von der Chorda zu liegen, an die ventrale Fläche des knorpeligen Wirbelkörpers fügt sich ein kleiner Abschnitt der Chorda an, und an den Endstrecken der Wirbelkörper geht je ein Chorda-Abschnitt gar in eine subvertebrale Bandmasse über. Mag man das Alles mit Götte für einen unwesentlichen Unterschied halten, dem man »keinen besonderen Werth beimessen« kann (pag. 391), eine Verschiedenheit ist's immer. Daraus dürfte zur Genüge hervorgehen, dass die früheren Beobachter nicht so durchaus irrige Angaben machten, da ja in der That eine, allerdings nur streckenweise, ligamentöse Umwandlung der Chorda stattfindet. Fand aber die Entstehung der Anlage des Wirbelkörpers über der Chorda durch Götte Bestätigung, und liegt darin eine Verschiedenheit von dem Verhalten anderer Anuren, wo die erste Anlage des knorpeligen Wirbelkörpers um die Chorda herum, also auch lateral und ventral von ihr sich differenzirt, so wird auch das Recht nicht bezweifelt werden können, die verschiedenen Modi mit entsprechenden Bezeichnungen aufzuführen. Mit der Anerkennung einer Verschiedenheit der Entstehung des Wirbelkörpers ist aber noch nicht ein directer Gegensatz ausgedrückt, und dies habe ich in der oben citirten Schrift

zuerst und deutlich genug ausgesprochen (pag. 39), nachdem ich in der Entwickelung der Wirbel von Bufo einen den Befund bei Bombinator mit jenem von Rana vermittelnden Zustand erkannt hatte. Götte, der jene Schrift kannte, gibt sich aber den Anschein, als ob erst er die beiden vor ihm für total verschieden gehaltenen Modi der Wirbelkörperanlage verknüpft habe, obschon er meine Beobachtung bei Bufo citirt, freilich in einer Weise, die meine daraus gezogene Folgerung nicht erkennen lässt.

Für die erste Anlage der Wirbelkörper hat Götte manche von den früheren Darstellungen abweichende Angaben gegeben, welche zu bestätigen oder vielleicht auch zu berichtigen, ich Anderen überlassen muss. Dabei kommt er zu der Aufstellung einer besonderen von ihm als äussere Chordascheide bezeichneten Gewebsschicht, aus welcher die Anlagen der knorpeligen Wirbelkörper hervorgehen, und mit der die Wirbelbogen genetisch keinerlei Beziehung besitzen. Es ist möglich, dass in der damit angebahnten Auflösung der skeletbildenden Schicht, welche ich mit Kölliker und Anderen als die Grundlage der ausserhalb der Chorda entstehenden Theile des Axenskeletes annahm, ein Fortschritt gegeben ist, aber da es sich in beiden Theilen doch nur um ein indifferentes Gewebe handelt, möchte ich die Verschiedenheit beider für nicht so mächtig ansehen, zumal das, was er für die Unke angibt, nicht blos der Bestätigung für dieses Thier bedarf, sondern auch für andere wird festgestellt werden müssen. Auch ist von Niemand behauptet worden, dass der den Rückgratcanal umschliessende Abschnitt der früheren skeletbildenden Schicht nichts als Skelettheile hervorgehen lasse, da man ja längst wusste, dass die Wirbelbogen durch Interstitien von einander geschieden sind. — Mit der Differenzirung der die Chorda umgebenden Gewebsschicht zu Knorpel habe ich in meinen früheren Mittheilungen (Ueber den Bau und die Entwickelung der Wirbelsäule bei Amphibien. Abhandl. d. Naturf. Gesellsch. zu Halle, Bd. VI, 1861 und Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie der Wirbelsäule, 1862) bei Anuren die Existenz eines continuirlichen Knorpelrohrs beschrieben, und zwar bis zu jenem Stadium, da die intervertebrale Gelenkbildung sich vollzieht. Götte bemerkt dagegen (pag. 412): »Eine continuirliche Knorpelmasse, welche alle Wirbel miteinander verbände, habe ich weder bei Salamandrinen, noch bei Anuren gesehen. Allerdings geht der Knorpel allmälig in jene Scheidewand der Gelenkanlage über; dies geschieht aber auch am queren Umfange der vertebralen

Abschnitte bei den Pelobatiden, wo doch niemand die ventralen Scheidentheile als knorpelige bezeichnet«. — Abgesehen von der höchst unklaren Fassung des letzten Satzes, der aussagt, dass der Knorpel der Wirbelanlage im queren Umfange in die Scheidewand der Gelenkanlage übergeht, was einfach ein Unding ist, während er wahrscheinlich aussagen soll, dass der Wirbelkörperknorpel lateral um die Chorda in ein jenem Scheidewandgewebe ähnliches Gewebe sich fortsetze, habe ich hiegegen Folgendes zu bemerken: wenn vor dem Auftreten der Gelenkhöhle kein Knorpelgewebe die sogenannte Scheidewand Götte's vorstellt, was für ein Gewebe ist denn nach der Gelenkhöhlenbildung an den dann einander nur berührenden Gelenkflächen der Wirbelkörper vorhanden? Und unterscheidet sich das dann gleich nach der ersten Gelenkbildung die Gelenkflächen der Wirbelkörper überkleidende Gewebe in irgend etwas Wesentlichem von dem Gewebe, welches unmittelbar vorher die sogenannte Scheidewand zusammensetzte! Es ist gewiss richtig, dass schon längere Zeit vor der völligen intervertebralen Sonderung der Wirbelkörper in den intervertebralen Knorpelmassen durch differente, übrigens schon von mir hervorgehobene Wachsthumsvorgänge der Knorpelzellen eine Knorpelschicht geliefert wird, welche die Grenze zweier Wirbelkörper andeutet. Das ist nichts Neues. Neu ist nur, dass diese Gewebsschicht kein Knorpel sein soll. Ob die Zellen hier schmäler und an den Partien gegen den Wirbelkörper zu anders gestellt sind, kann doch für die Deutung dieses Gewebes völlig gleichgültig sein, wenn nur die Continuität nachgewiesen ist, und diese ist für die homogene Intercellularsubstanz von mir erwiesen worden. Es ist auch überaus leicht, sowohl bei Anuren als Urodelenlarven sich davon zu überzeugen. Freilich sagt Götte (pag. 385), dass die Anlagen des Intervertebralknorpels sich nicht völlig in Knorpel umwandelten, sondern dass an der Grenze der beiden Wirbel eine indifferente Schicht entstehe, eben die oben erwähnte Scheidewand. »In Uebereinstimmung mit der Wucherung der ganzen Wülste steigert sich die Vermehrung der verlängerten Kerne gegen die ideale Grenze zweier Wirbel; dort bilden sie lange Zeit eine dunkle Scheidewand, welche den Intervertebralwulst in seiner Mitte zwar durchsetzt. Vor und hinter dieser Scheidewand, also gegen die anstossenden vertebralen Knorpelplatten nimmt die Anhäufung der Kerne allmälig ab, d. h. sie treten weiter auseinander, wobei sie ihre längliche Gestalt und quere Lage verlieren. Dort beginnt auch die Knorpelbildung, welche wie

überall im entstehenden Knorpel durch mässig breite helle Säume um die freien Kerne eingeleitet wird, um erst später und allmälig gegen die mittlere Scheidewand des Intervertebralwulstes vorzudringen«. Obgleich es Götte nicht besonders angibt, ist doch anzunehmen, dass seine »freien Kerne« in einer Grundsubstanz liegen, die mit der Intercellularsubstanz des vorwärts und rückwärts bereits differenzirten Knorpels continuirlich zusammenhängt. Die sogenannte Scheidewand ist also nichts scharf getrenntes, und wie auch in den intervertebralen Partien die Formelemente eine andere Stellung einnehmen, deren Zwischensubstanz ist continuirlich. Wollte mir Götte also einen Einwand erheben, so musste er sagen, dass ich in dem continuirlichen Knorpelrohr an den intervertebralen Partien — seinen Scheidewänden — Zellen angegeben hätte, während dort nach seiner Ansicht nur »freie Kerne« seien. Aber dass jenes »Scheidewandgewebe« nicht zum Knorpel gezählt werden dürfe, möchte ich mit Entschiedenheit bezweifeln, und da möchte ich besonders auf die Intervertebralknorpel der Urodelen verwiesen haben.

Bezüglich der Wirbelfortsätze macht mir Götte den Vorwurf, dass ich in verschiedenen Arbeiten eine wechselnde Ansicht geäussert hätte. Ich gestehe gerne, dass ich auch in anderen Puncten oftmals eine früher vertretene Ansicht verliess, und eine andere, die mir besser begründbar erschien, annahm, auch wohl einmal zu einer früheren zurückkehrte, mein Urtheil auf die je bekannten oder von mir untersuchten Thatsachen begründend, und darnach wieder modificirend. Dass es nichts Vollkommenes gibt, erlebt vielleicht auch der Verfasser der Entwickelungsgeschichte der Unke. Eben deshalb dürfte aber auch Billigkeit sich empfehlen, und wenn eine andere Meinung zu bestreiten ist, müssen die Gründe, auf welche diese sich stützt, beseitigt, resp. durch bessere für die neue Ansicht ersetzt sein. Das hat Götte unterlassen, wo er meiner Auffassung der Rippen und der unteren Bogenbildungen Erwähnung thut. Ich war durch die Untersuchung der Wirbelsäule der Selachier (Jenaische Zeitschrift, Bd. III. pag. 411), vorzugsweise aber der Ganoïden dazu gelangt, folgende Verhältnisse zu unterscheiden. Am Schwanztheile der Wirbelsäule kommen untere Bogenbildungen vor, die mit den Wirbelkörpern auf dieselbe Weise verbunden sind, wie die oberen Bogen, mit denen sie sich in allen Stücken gleich verhalten. Am Uebergange zum Rumpfe finden sich diese Skeletstücke terminal nicht mehr in medianer Verschmelzung, sondern sie endigen frei. An den nächstfolgenden Wirbeln sind diese Spangen

beweglich und ihre Verbindung mit dem Wirbelkörper geschieht nicht mehr durch Knorpel, sondern durch Bandmasse, sie stellen jene Skelettheile vor, die man als Rippen bezeichnet. Wir haben also in den ventralen Fortsatzbildungen der Wirbel bei Ganoïden zwei differente Bildungen vorliegen, die eine, unbewegliche, beschränkt sich auf den Caudaltheil, die andere bewegliche ist an dem Rumpftheil der Wirbelsäule vorhanden. Von diesem, in den sonst sehr weit voneinander entfernten Ganoïden in übereinstimmender Weise bestehenden Verhalten bin ich ausgegangen und habe den Befund am caudalen Abschnitte bezüglich des Zusammenhanges der Bogen mit den Wirbeln als den indifferenten erkennend und deshalb ihn als primären Zustand auffassend, die Rippen für Abgliederungen unterer Bogen erklärt. Das mechanisch wirksame Moment für diesen Vorgang der Abgliederung suchte ich in der Anpassung jener Spangenstücke an die Veränderlichkeit der Leibeshöhle in Folge des wechselnden Umfanges ihrer Contenta. Das ist für Götte (pag. 428) eine »schematische Begründung«, was daraus erhellen soll, dass bei Reptilien am Schwanztheile um den unveränderlichen Caudalcanal meiner Auffassung zufolge gleichfalls Rippenbildungen vorkommen, nämlich die gewöhnlich als untere Bogen dargestellten »Os en chevron« Cuvier's. Götte hat in seiner Argumentation gegen diese meine Deutung den Umstand gänzlich unbeachtet gelassen, dass ich (l. c. pag. 417) auch die Veränderung der Längsausdehnung der Leibeshöhle, wenn auch nur kurz, aber dem Denkenden gewiss deutlich genug, in Betracht gezogen habe. Von der Thatsache ausgehend, dass die Ausdehnung der Leibeshöhle in den unteren Abtheilungen der Wirbelthiere, wie Selachier, theilweise auch noch Ganoïden es sind, einer bedeutend grösseren Anzahl von Wirbeln (die somit Rumpfwirbel sind) entspricht, als wir in den höheren Abtheilungen für diesen Theil des Axenskelets antreffen, sehe ich in der Veränderung eine Verkürzung der Leibeshöhle, wobei im früheren Zustande als rippentragende Rumpfwirbel erscheinende Wirbel allmälig zu Caudalwirbeln werden müssen. Nach der Seite der Teleostier hin sind diese Verhältnisse sehr vollständig zu erkennen, indem hier am Caudaltheil die unteren Bogen durch convergent gewordene Querfortsätze vorgestellt werden, von denen die vordersten am Schwanztheile sogar noch Träger mehr oder minder rudimentärer Rippen sind. Das gibt auch Götte zu. Da wir zur Begründung der Annahme eines gänzlichen Ausfallens einzelner Wirbel oder von Summen von Wirbeln derart, dass bei dem

einen Thier eine beliebige Zahl von Wirbeln mitten aus der Reihe verschwunden wäre (ontogenetisch oder phylogenetisch), keine einzige Thatsache kennen, so bleibt die Reduction der Wirbelzahl nur durch die am Caudaltheile bestehende, in verschiedenem Maasse sich ausprägende Rückbildung massgebend, und diese ist bei den Fischen schon von einer Umwandlung von Rumpfwirbeln in Caudalwirbel begleitet. Dieser Process nimmt dem Rumpfe Wirbel, die er dem Schwanze zufügt, und von den Amphibien an complicirt er sich dadurch, dass durch die Verbindung des Beckens mit der Wirbelsäule ein neuer Abschnitt an letzterer entsteht, der gleichfalls in den Vorgang mit eingezogen werden muss. Rumpfwirbel (Dorso-Lumbalwirbel) werden also durch diesen Process erst zu Sacralwirbeln, ehe sie unter einer weiteren Verschiebung des Beckens nach vorne zu, zu Caudalwirbeln sich umgestalten. E. Rosenberg hat diesen Process in einem engeren Rahmen zwar, aber um so sicherer zur Evidenz gebracht (S. dessen Abhandlung im 1. Hefte dieses Jahrbuches). Nimmt man nun das Bestehen eines ähnlichen Vorganges als den Grund für die Verminderung der Rumpfwirbelzahl — und dieser Vorgang darf angenommen werden, — so wird begreiflich, dass Rippen auch an Schwanzwirbeln vorkommen, und zwar in allen jenen Fällen, wo die Schwanzwirbel einmal Rumpfwirbel gewesen sein müssen. Das Rippenrudiment findet dann in Anpassung an die veränderte Körperregion seine Verwendung zur Umschliessung eines Caudalcanals und verbindet sich distal mit dem anderseitigen Stücke, bewahrt aber häufig noch durch die Art seiner Entstehung und seiner Verbindung mit der Wirbelsäule seinen primitiven Character, der in ihm eine Rippe erkennen lässt. Wenn Götte eine derartige Auffassungsweise nicht verstehen will, so hat dies seinen Grund wesentlich darin, dass er alle Veränderungen des Organismus nur im Laufe der Ontogenie betrachtet wissen will, worauf ich weiter unten noch zurückkomme.

Doch es besteht nach Götte noch ein anderer Grund jenen »os en chevron« die morphologische Gleichwerthigkeit mit Rippen abzusprechen; denn es kommen auch sonst noch Theile am Schwanze vor, die als Rippen zu deuten seien. Ein ganzes Fortsatzsystem soll dabei übersehen, oder vom Stammskelet willkürlich ausgeschlossen worden sein (die eigentlichen Schwanzrippen der Amnioten, die sogenannten Fleischgräten der Fische), andrerseits seien unter dem Namen der Rippen und Querfortsätze homologe Stücke getrennt, gleichwerthige zusammengestellt worden (pag. 128). Für die »Fleisch-

gräten« der Teleostier hätte man, nachdem der Vorwurf ihrer willkürlichen Ausschliessung fiel, erwarten dürfen, sie mit bestimmten Gründen als »morphologisch wichtige« Theile bezeichnet zu finden, statt dessen findet sich nur die Vermuthung ausgesprochen, dass sie »die einzigen wirklichen Rippen der Teleostier« seien, »weil man die wesentlichen Merkmale der Rippen sich nicht klar gemacht hatte« (pag. 435). Uebersehen ist dabei gänzlich, dass sich die Fleischgräten später als die Rippen entwickeln, und auch nicht knorpelig angelegt scheinen, wie wir durch A. Müller wissen. (Archiv für Anatomie und Physiologie 1853, pag. 271.) Die hierher bezügliche sehr gründliche Arbeit dieses Anatomen scheint Götte unbekannt geblieben zu sein, denn er hätte dann nicht von einem willkürlichen Ausschluss der Fleischgräten sprechen dürfen, ja er würde belehrt worden sein, dass recht ausführliche Untersuchungen darüber vorliegen, auf Grund deren der genannte Verfasser zu der dann auch von mir vertretenen Auffassung gelangte. Er hat zwar diese Auffassung dadurch modificirt, dass er später die Seitengräten für den Rippen ebenbürtig erklärte, aber da er für die Rippen eine knorpelige Anlage nachwies, hat er damit zugleich die Differenz von jenen Fleischgräten angegeben, an denen knorpelige Theile zu erkennen ihm nicht gelang.

Was die angeblich übersehenen »Schwanzrippen der Amnioten« betrifft, so wiegt auch dieser Vorwurf nicht so schwer als er sich das Ansehen gibt. Fragt man um was es sich denn eigentlich handelt, so wird man zu Fortsatzbildungen geführt, die bisher als Processus transversi galten, und die als solche keineswegs übersehen worden sind. Es kann also hier nur etwa von einer anderen Deutung die Rede sein. Götte hält diese Fortsätze für Querfortsätze und Rippen zugleich, und findet für letzteres Beweise darin, dass er bei Chamäleon an den Querfortsätzen der Schwanzwirbelsäule bewegliche Anhänge, Rippen gefunden hat, sowie er auch beim Schnabelthier an den Querfortsätzen durch eine Naht getrennte Stücke fand, die er als Rippen anspricht (pag. 431). Hierbei wäre vor allem zu erwägen gewesen, ob hier nicht blos secundäre Gebilde vorliegen. Die selbstständige Verknöcherung eines Wirbelfortsatzendes gibt noch kein Recht, einen selbstständigen Skelettheil ohne Weiteres daraus abzuleiten, und selbst wenn eine Abgliederung eines solchen Stückes erfolgt, kann daraus noch nicht eine primitive Selbstständigkeit gefolgert werden. Wie solche Gliederungen secundärer Natur sind, erweisen die Brustrippen selbst, die in verschiedenen Abtheilungen der höheren

Wirbelthiere in zwei oder drei Glieder zerlegt sein können. Wie hierin wohl die Wirkung der Musculatur sich äussert, so sind auch jene Abgliederungen von Querfortsatzbildungen nicht sofort als Rippen zu erkennen. Götte wirft mir schematisches Verfahren vor, wenn ich die Rippen von unteren Bogenbildungen ableite, aber ich möchte fragen, wie es sich in diesem Falle mit dem Götte'schen Verfahren verhält, indem er Alles was an Querfortsätzen sich abgliedert, als Rippen bezeichnet? Will man aber ohne andere Begründungen solche Abgliederungen oder gar nur secundäre Ossificationen als Rippen bezeichnen, so kommt man schliesslich dazu, jedem Epiphysenkern eine höhere Bedeutung zuzutheilen und ihn als ursprünglich discreten Skelettheil anzusehen.

Götte unterscheidet aber zweierlei Rippenformationen und zwar in ihrem Verhalten zur Rumpfmusculatur und aus den Beziehungen zum Wirbel. Es gibt nach ihm obere und untere Rippen, die bei den Amphibien (Urodelen) mit einander verschmelzen. Die oberen Rippen kommen bei den Vögeln und Säugern gewöhnlich nicht zur Abgliederung. Bei Amphibien wachsen sie zwischen die dorsale und ventrale Stammmusculatur. Als Grundlage für diese Auffassung könnte man den Nachweis zweier discreter Rippenformationen erwarten. Der wird aber nicht geliefert, sondern je nach Bedürfniss eine Reduction des einen oder des andern Theils angenommen. Diese Annahme muss überall da als hinfällig gelten, wo ein früherer ausgebildeter Zustand nicht bekannt ist. Ausser den Rippen gibt es aber auch noch untere Bogen, die rippenartige Bildungen abgliedern können, das sind die Rippen der Teleostier, welche ich, indem ich sie als Rippen bezeichnete, selbstverständlich falsch gedeutet haben soll. Als ob ich zuerst und allein sie so deutete und damit verantwortlich dafür wäre, und als ob nicht vielmehr dies von allen meinen Vorgängern geschah! Doch Götte scheint von früheren Arbeiten in einer Art Umgang zu nehmen, die auf einen gänzlichen Mangel an Beziehungen zur älteren Literatur schliessen lassen könnte. Während ich nun gerade, weil die Beziehung dieser Rippen zu unteren Bogen völlig klar liegt, folgere, dass die Rippen der Teleostier Abgliederungen von unteren Bogen bilden, kommt Götte zum entgegengesetzten Schlusse, und hält sie nicht für wahre Rippenbildungen, gerade weil sie aus unteren Bogen hervorgehen. Die Schwierigkeit für Götte liegt hier in seinem Ausgangspuncte von einem einerseits hochdifferenzirten andererseits vielfach rückgebildeten Organismus, nämlich von der Unke. Hätte er sich klar gemacht, welch' grosse Kluft schon zwischen einem Amphibium und

einem Fische gerade bezüglich des Axenskelets besteht, da bei ersterem mit der Fixirung des Beckengürtels an der Wirbelsäule, an dieser zwei wesentlich differente Abschnitte entstehen, so würde er die Grundlage seiner Vergleichungen der Rumpf- und Schwanzwirbelsäule weniger sicher von den höheren Wirbelthieren hergenommen haben.

Sehen wir nun, welches Urtheil wir über die Selachier erhalten, nachdem die Rippen der Teleostier keine Rippen sein sollen, weil sie von unteren Bogen stammen. Götte theilt eigene embryologische Untersuchungen über Acanthias mit (pag. 433). Bezüglich der caudalen unteren Bogen besteht keine abweichende Meinung. Aber »beim Uebergange vom Schwanze zum Rumpfe verlieren sich die unteren Bogen bis auf die breiten Basen, welche im ganzen Rumpfe als die »»unteren Wirbelstücke«« der älteren Embryologen vorhanden sind. Statt der unteren Fortsetzung zeigen diese Basalstücke seitliche Auswüchse, welche anfangs als continuirliche Knorpelstäbe zwischen die beiden Hälften der Stammmuskeln bis an deren Aussenseite sich erstrecken, also nach Ursprung und Lagebeziehung den Rippenfortsätzen der Amphibien und Amnioten entsprechen. Denn der Unterschied, dass sie nicht aus den oberen, sondern aus den unteren Bogen entspringen, ist durch die tiefe Lage der horizontalen Muskeltheilung bedingt, und verlangt allenfalls, sie den Rippenfortsätzen anderer Thiere nicht einfach homolog, sondern homotyp zu bezeichnen. Später gliedern sie sich in kurze Querfortsätze und Rippen, welche jedoch am ausgebildeten Thiere an Länge und Stärke verlieren«. Ich constatire aus dieser Darstellung: 1) dass dieselben Stücke, welche am Schwanze die unteren Bogen vorstellen, auch am Rumpfe vorkommen, denn ihre breiten Basen sind noch am Rumpfe vorhanden; 2) dass von diesen breiten Basen, welche dieselben sind, wie die Basen der caudalen unteren Bogen, Fortsätze zwischen die dorsalen und ventralen Seitenrumpfmuskeln hineinwachsen, dass also diese Fortsätze von Theilen auswachsen, welche am Schwanze zweifellos untere Bogen sind; 3) dass diese Fortsätze den Rippenfortsätzen der Amphibien und Amnioten entsprechen und Rippen abgliedern, welche folglich auch den Rippen der Amphibien und Amnioten entsprechen müssen. Daraus geht zur Evidenz hervor, dass die Rippen der Selachier aus Theilen entstehen, die am Schwanze untere Bogen vorstellen. Nachdem aber Götte die Abstammung der Rippen der Selachier von unteren Bogenstücken, oder dass ich mich ganz präcis fasse, von solchen Stücken, die am Schwanze unteren Bogen un-

zweifelhaft entsprechen, selbst erkannt hat, und somit die Bedeutung der unteren Bogen für die Rippengenese begriffen haben könnte, kommt er zu dem Schlusse, dass sich aus jenen, oben von mir citirten Befunden »die irrige Ansicht GEGENBAUR's von dem Uebergange auch der Selachierrippen in untere Bögen« erledige. Diese Erledigung meiner »Ansicht« bietet aber doch einige Schwierigkeiten dar, zunächst dadurch, dass eben die Rippen der Selachier von Theilen ausgehen, die am Schwanze in untere Bogen sich fortsetzen und die auch am Rumpfe noch Basen unterer Bogen sind. GÖTTE glaubt nun diese Schwierigkeiten damit einfach zu beseitigen, dass er, eine Art von Ausnahmezustand statuirend, den Ursprung der Rippen von den unteren anstatt von den oberen Bogen, aus der tiefen Lage der zwischen dorsaler und ventraler Seitenrumpfmuskelmasse befindlichen horizontalen Scheidewand ableitet. Dass damit die Thatsache der Beziehung der Rippen zu unteren Bogen in gar nichts geändert wird, muss Jedermann klar sein. Geradezu widersinnig ist aber, was GÖTTE als Ursache für das für ihn abweichende Verhalten der Selachierrippen anführt, denn das würde voraussetzen, dass die Rippen centripetal einwüchsen, von der Peripherie gegen den Wirbelkörper hin, dann könnte allerdings begriffen werden, wie eine andere resp. tiefere Lage der Chorda die Rippen in Beziehung zu unteren Bogen bringen konnte, mit denen sie nach unserem Autor nichts zu thun haben sollen.

Das Unzureichende seiner Argumentation fühlend, macht GÖTTE dann dem Hin- und Herschwanken damit ein Ende, dass er jene Gebilde »allenfalls den Rippenfortsätzen anderer Thiere nicht einfach homolog, sondern homotyp« hält. Ob er da wohl noch daran dachte, dass er dieselben Gebilde, aus denen er jetzt eine neue Rippenspecies macht, einige Zeilen weiter oben als »nach Ursprung und Lagebeziehungen den Rippenfortsätzen der Amphibien und Amnioten entsprechend« bezeichnet hatte? Was soll man von dem Werthe solcher Erörterungen halten?

Wie bei den Selachiern so gehen aber auch bei Ganoïden Rippen aus unteren Bogen hervor, aber ausser diesen die Leibeshöhle an ihrem hinteren Abschnitte umschliessenden Bildungen finden sich bei Polypterus unmittelbar darüber von Querfortsätzen entspringende Knochenstäbe, welche in die horizontale Scheidewand der Seitenrumpfmuskeln eindringen und bis zur Seitenlinie zum Integument sich erstrecken. Diese in ihrer Lage den Rippen der Amphibien

entsprechenden Stücke haben aber nicht die mindeste Beziehung zu oberen Bogen, vielmehr gehen sie genau von jenen Stellen ab, welche am Schwanze untere Bogen tragen. Hätte Götte diese Gebilde gekannt, so würde er sie den Rippen der Amphibien doch nicht für homolog haben erklären können, da sie nicht vom oberen Bogen entspringen. Durch diese Verhältnisse wird die Frage nach der morphologischen Bedeutung dieser Theile noch nicht beantwortet, vielmehr zeigt sich wieder, wie die Befunde an niederen Formen von den höheren aus nicht beurtheilt werden können. Dagegen möchten die Selachier auch hier Aufschluss geben, da bei diesen untere Bogen, wie sie am Schwanze sich finden, am Rumpfe Rippen absenden, welche zwischen dorsale und ventrale Seitenrumpfmuskeln sich erstrecken.

Anstatt nun von den Selachiern ausgehend die Rippenbildungen der höheren Vertebraten zu beurtheilen, schliesst Götte von den Amphibien auf die Selachier und nimmt bei den ersteren den primitiven Zustand an, nach welchem die Rippe eigentlich und ausschliesslich Product der oberen Bogen sein soll. Hier wäre aber die Frage am Platze gewesen, ob nicht das Verhalten der Amphibien von dem der Selachier ableitbar wäre, derart, dass die Anlagen der unteren Bogen am Rumpfe eine laterale Stellung zur Chorda gewinnen, und allmälig in die Anlagen der oberen Bogen aufgehen. Schon bei den Fischen ist diese Aenderung der Anordnung der Bogenanlagen deutlich bemerkbar, und deutet auf eine Näherung der unteren gegen die oberen, ein Vorgang, der durch laterale Ausdehnung der Leibeshöhle unterstützt werden muss. Weist nun der embryonale Befund der höheren Wirbelthiere am Rumpftheile des Körpers keine discreten Anlagen unterer Bogen auf, so kann man das wohl für sich betrachten und ausser allen Beziehungen lassen, wogegen nichts zu erinnern ist. Will man aber solche Beziehungen zu anderen Thieren auffinden, d. h. will man vergleichen, so kann das doch nicht in der Weise geschehen, wie man es bei Götte sieht, der folgenderweise schliesst: Bei Amphibien und den Amnioten gehen die Rippen nie von unteren Bogen aus, also können sie es auch nicht bei den Fischen, folglich können die bei den letzteren von unteren Bogen entstehenden Gebilde auch keine Rippen sein, oder wenn ihr Verhalten als Rippen, wie bei den Selachiern, in keiner Weise in Abrede gestellt werden kann, so ist es nur die Lage der unteren Bogenbasen an der horizontalen Muskelscheidewand, welche die unteren Bogen zu jenen Rippen entsenden lässt! Die unteren Bogen übernehmen

also da ein Geschäft, zu dem sie eigentlich nicht berechtigt sind, und das ihnen durch ihre günstige Situation nur so nebenher zufällt! Diesen merkwürdigen Argumentationen liegt die irrige Vorraussetzung zu Grunde, dass bei allen Wirbelthieren alle Organe genau in den völlig gleichen Verhältnissen ihrer Anlage sich befinden müssten, und dass in der Ontogenie keine Modificationen auch in der Anlage der Theile stattfänden, für einen »Embryologen« eine wunderbare Ansicht!

Was das Verhalten der Rippen zur Musculatur betrifft, so liegt gewiss eine anscheinend bedeutende Verschiedenheit zwischen den für die meisten Teleostier bekannten Thatsachen und den Rippen der Selachier, aber diese Differenz wird geringer, wenn man bedenkt, dass es nicht etwa nur die horizontale Scheidewand der Stammmuskeln ist, in welche die Rippen einwachsen, sondern dass jene Stellen auch den vertikalen Dissepimenten der primitiven Musculatur entsprechen. Auch die Möglichkeit, dass ein und derselbe Skelettheil (Rippe) nach zwei divergenten Richtungen wachsend sich allmälig in zwei Stücke sondert, wird a priori nicht auszuschliessen sein. Kann man in der Anerkennung jener Verschiedenheit der Lage, auch für's erste den bezüglichen Skelettheilen einen differenten Werth beilegen, so wird man doch angesichts der gleichartigen Entstehung der Rippen der Teleostier und jener der Selachier aus unteren Bogen noch einen Grund suchen müssen, der jene Differenz bedingt. Denn was Götte für die Selachier anführt, kann doch wahrlich nicht als Causalmoment gelten, da es nur eine Bedingung der Möglichkeit des Einwachsens der Rippen abgibt, aber keineswegs die Nothwendigkeit dieses Processes involvirt, wie einfach daraus hervorgeht, dass bei den unter denselben Bedingungen befindlichen Teleostiern die knorpeligen Fortsätze unterer Bogen eben nicht dorthin einwachsen.

Wir haben aber nach Götte künftig folgende Species von Rippen zu unterscheiden:

1) Rippen der Selachier.
2) Rippen der Teleostier, sind nach Götte zwar keine Rippen, sondern untere Bogen. Da sie aber »abgegliedert« sind, können sie auch keine unteren Bogen mehr sein, ich erlaube mir daher sie als eine ganz besondere Rippenspecies hier anzuführen.
3) Rippen der Amphibien und obere Rippen der Amnioten. Fleischgräten der Teleostier.

4) Untere Rippen der Amnioten. Die Existenz einer fünften Species wird uns beim Sternum kundgegeben.

Für das Sternum erfahren wir durch Götte (pag. 618) dass es zweierlei derartige Bildungen gäbe, einmal »Abgliederungsproducte der Rippen, costales Brustbein, Brustbeinkörper, ferner Abgliederungsproducte des Schultergürtels — claviculares oder coracoïdales Brustbein, — dazu kommen vordere und hintere Anhangsgebilde, welche der äusseren Segmentschicht angehören: — Epi- und Hyposternum. Diese Skeletstücke können sich in verschiedener Weise zusammenfinden und mit einander verbinden, durch Gelenke, Nähte oder völlige Verschmelzung«. Das ist sehr viel des Befremdenden mit einem Male. Sehen wir wie es begründet wird. Also es gibt ein claviculares oder coracoïdales Brustbein! Darunter versteht Götte die Coracoïdplatten des Schultergürtels, die er auch als »Sternalplatten« bezeichnet. Warum er diese Theile als Brustbein auffasst, sagt er nicht, verfährt also mit der vollsten Willkür, und wenn er dabei noch von einer Abgliederung spricht, sosupponirt er etwas noch von Niemand Beobachtetes. Wo ist jemals eine Abgliederung der ventralen Coracoïdplatte zu einem selbstständigen Skeletstücke zu beobachten! Statt der Thatsachen finden wir da völlig vage Behauptungen, ja es muss als reine Erfindung bezeichnet werden, wenn wir lesen, dass sich »bei den Fröschen ein Homologon eines Manubriums von dem Schultergürtel abgegliedert« hat (pag. 619). Uebrigens kann Götte's Deutung der Coracoïdplatten als Sternum nicht einmal den Vorzug, etwas Neues zu sein, für sich beanspruchen, denn sie ist schon von Breyer gegeben worden (Observationes anatomicae circa fabricam Ranae pipae. Diss. Berol. 1811, pag. 8). Gleich unbegründet ist Götte's Behauptung, dass das Coracoïd der Krokodile und des Chamäleons »unzweifelhaft ein Homologon des Manubrium sterni« sei. Dass daraus folgen müsse, dass die Scapula dem Sternum ansitze, denn das Coracoïd ist mit der Scapula auch bei diesen Thieren in stetem unmittelbaren Zusammenhang, das beirrt Götte gar nicht. Man empfindet daher einige Ueberraschung, wenn man ferner liest, dass es für die Vögel »noch der weiteren Untersuchung zur Entscheidung überlassen« bleibe, ob ihr Sternum blos ein costales sei, oder noch andere Theile aufgenommen habe. Hat doch Götte auch über die Krokodile keine Untersuchungen angestellt, oder doch keine mitgetheilt, denen zufolge das dem Sternum beweglich und discontinuirlich angeschlossene Coracoïd, »unzweifelhaft ein Homologon des Manubrium sterni sei«, wie das von ihm

behauptet wird. Gerade der Schultergürtel (Scapula und Coracoïd) der Krokodile bietet unter den Reptilien die meiste Uebereinstimmung mit jenem der Vögel, und wenn das Coracoïd der Krokodile »ein Homologon des Manubriums enthält«, so ist nicht einzusehen, warum das nicht auch für die Vögel gelten sollte. Doch dies nur nebenbei. Wichtig muss uns sein, dass Götte nirgends nachgewiesen hat, dass vom Coracoïd sich etwas abgliedere um sich zur Bildung eines Manubriums mit dem Sternum zu verbinden. Es bleibt also so lange eine durchaus leere Behauptung, dass das Manubrium sterni aus Abgliederungsproducten des Schultergürtels entstehe, bis ein Nachweis dafür geliefert ist. Uebrigens würde Götte von der Aufstellung jener Behauptung vielleicht abgestanden sein, wenn er die Monotremen berücksichtigt hätte. Diese besitzen bekanntlich ein Manubrium sterni, das sich genau so wie andere Manubria zu den Rippen verhält, aber an seinem Vorderrande die ansehnlichen Coracoïdstücke articuliren hat, ähnlich wie bei Reptilien und Vögeln. Nach Götte's Auffassung müssten hier zwei Manubria, ein sternales und ein coracoïdales, vorkommen, eine Aufstellung die den Begriff des Manubriums völlig auflösen würde.

Wie verhält es sich nun mit dem »Clavicularen Brustbein?« Das Manubrium der Säugethiere sammt den Episternalstücken soll ein solches vorstellen. Die Begründung dazu leitet Götte von Maulwurfsembryonen ab (pag. 618), an denen er fand, dass ihr Manubrium aus der Verwachsung der vertebralen Enden der Schlüsselbeine gerade so entstehe wie das unpaare mediane Knorpelstück aus den von ihm sogenannten »Sternalplatten« des Frosches. Der Maulwurf wird mithin ohne weiteres mit dem Frosch zusammengestellt! Wie es gerade passt! Nun entsteht aber beim Frosch kein »unpaares mediales Knorpelstück« aus der medianen Verwachsung der Coracoïdstücke. Die Annahme eines solchen ist völlig aus der Luft gegriffen. Wenn die beiden Coracoïdstücke verwachsen, so wird dadurch kein drittes neues Stück erzeugt, sondern es entsteht nur ein in den übrigen Verhältnissen der Coracoïdstücke nichts ändernder neuer Zustand der letzteren, ebenso wie durch die Schambeinsymphyse für die Schambeine, welcher damit aber noch keinen neuen Skelettheil hervorbringt. Wollte man aber die beiden Coracoïdstücke zusammen als Manubrium sterni betrachten, so ist das die grösste Willkür. Wenden wir uns wieder zum Maulwurf, so handelt es sich übrigens dabei gar nicht um Coracoïdstücke, sondern um Schlüsselbeine. Also wirft hier Götte Coracoïd und Clavicula zu-

sammen, Theile die in jeder Beziehung differenter Natur sind. Dieses Verfahren kann nicht scharf genug gerügt werden! Von den vertebralen Enden der Schlüsselbeine soll sich beim Maulwurf das Manubrium sterni abgliedern. Dieses Manubrium fasst aber Götte aus dem Manubrium aller Autoren und den von mir zuerst untersuchten Episternalstücken bestehend auf. Die letzteren, die ich auch vom Maulwurf beschrieben und abgebildet habe, sind ausnehmend gross, entsprechend der Function der Vordergliedmaassen dieses Thieres, und sind mit breiten Flächen dem Manubrium angefügt. Die eigenthümlich umgestaltete Vordergliedmaasse des Maulwurfes hat so auch das Episternum beeinflusst und eine engere Verbindung der Episternalien mit dem Manubrium hervorgerufen, wie sie sonst nicht besteht. Anstatt den bei Talpa leicht erklärlichen exceptionellen Zustand der Episternalien zu würdigen und die Regel von den Befunden der übrigen Säugethiere herzunehmen, wird gerade die Ausnahme zur Regel genommen. Aber die paarigen Episterna verknöchern bei Talpa ebensowenig mit dem Manubrium wie bei anderen Säugethieren. Es besteht also nicht der mindeste Grund diese Episternalien mit dem Manubrium zusammen als Ein Stück zu bezeichnen. Was nun die Entstehung dieser Stücke betrifft, so lässt uns Götte völlig darüber im Unklaren, wie er eigentlich deren »Abgliederung« von der Clavicula gesehen hat, ob er sah, dass ihr Knorpel mit jenem der Clavicula anfänglich continuirlich zusammenhing, und erst allmälig sich sonderte, oder ob er sie bereits »abgegliedert« sah. Im letzteren Falle wäre die Abgliederung nur eine unerwiesene Annahme und der ganzen Deduction käme keine Beweiskraft zu. Was die Abgliederung des eigentlichen Manubriums angeht, d. h. des von Götte als unpaares Stück bezeichneten Gebildes, so hat er daran »Spuren einer Trennung« gesehen, das beweist aber gar nichts für einen clavicularen Ursprung, denn das costale Sternum ist ja auch ursprünglich paarig. Es wird also gar nichts zu Gunsten einer thatsächlich erfolgten Abgliederung von der Clavicula angeführt, und da eine Behauptung dadurch nichts gewinnt dass sie wiederholt wird, so ist das vom Maulwurf Vorgeführte ebensowenig brauchbar zur Begründung der neuen Auffassung, als das vom Frosch Herbeigezogene. Ueberdies vermisse ich jede Rücksicht auf die Rippen. Wenn erwiesen werden soll, dass das Manubrium (d. h. der mediane Theil des Manubrium Götte's) keinen costalen Ursprung besitzt, sich dadurch also von einem costalen Sternum wesentlich unterscheidet, so ist doch erstes Erforderniss, dass die mit dem

Manubrium verbundenen Rippen als bei der Entstehung des letzeren nicht betheiligt, es anfänglich gar nicht erreichend, nachgewiesen werden. Der doch nicht abzuleugnende Zusammenhang dieser Rippen mit dem Manubrium muss als ein secundärer, erst nach Entstehung des Manubriums aufgetretener dargelegt werden, wenn für das Manubrium eine von der des Körpers des Sternum abweichende Genese behauptet werden soll. Dazu findet sich bei Götte nicht einmal ein Versuch gemacht, und daraus ergibt sich wieder, wie leicht es dieser Autor mit der Begründung seiner Aufstellungen nimmt. Dass das Episternum übrigens ein vom Manubrium sterni gesonderter Theil ist, lehren wieder die Monotremen, auf deren zweifellosem Manubrium sterni bekanntlich noch ein ansehnliches unpaares Episternum sitzt.

Die Götte'schen, theilweise auf lückenhafte Beobachtungen, theilweise auf willkürliche Vergleichungen aufgebauten Darstellungen beweisen also gar nichts dafür, dass das Manubrium sterni der Säugethiere eine claviculare Entstehung habe, sie beweisen gar nichts dagegen, dass das Manubrium sterni der Säugethiere nicht ebenso wie sein Körper ein Product der Rippen sei, und wenn Götte dem Manubrium die Episternalien beirechnet, um dadurch etwas nicht aus Rippen gebildetes für sein Manubrium zu erhalten, so wüsste ich nicht was eigentlich damit erreicht sein sollte, als eine Confusion verschiedenartiger Dinge.

Noch bleibt das Sternum der Amphibien zu prüfen. Ich habe als solches das frühere Hyposternum gedeutet, und bin darin nicht isolirt geblieben, da Parker, Huxley und viele Andere dieselbe Auffassung vertreten. Götte wird zur Rückkehr zur alten Deutung durch zwei Gründe bestimmt: Erstlich: Das Sternum der Amphibien ist ein Erzeugniss der äusseren Segmentschicht (pag. 616) und damit seinem Ursprunge nach mehr dem Schultergürtel als einem costalen Brustbein verwandt; zweitens kann das Sternum der Amphibien in gar keinem genetischen Zusammenhange mit den im Rückentheile bleibenden Rippen stehen, noch jemals gestanden haben.

Ehe ich diese beiden Beweisgründe beleuchte, muss noch ein Punct erwähnt werden, der zur Kennzeichnung des Standpunctes unseres Autors von Wichtigkeit ist. Als »Anfang einer Brustbeinbildung« erkennt er nämlich die »Verbreiterung der vorderen Rippenenden bei Salamandra und den Anuren«. Diese Rippenenden liegen aber »in den Linien, in denen sich die bindegewebigen Schichten schneiden, welche die Muskelmasse der Wirbelsäule theils quer, theils horizon-

tal in zwei übereinanderliegende Hälften, theilen« (pag. 381). Denkt man sich eine solche Rippe in dieser Richtung weiter wachsend, so stösst sie auf das Integument, und bei ventralem Weiterwachsen innerhalb der Querscheidewand der Muskeln müssten Lageveränderungen vor sich gehen, die GÖTTE, bei der bedeutenden Wichtigkeit, die er der Lage jener Rippen zuschreibt, unmöglich wird annehmen können. Es liegen jene verbreiterten Rippenenden an Stellen, wo sie nimmermehr ein Brustbein bilden können, wie es als costales Gebilde den Amnioten zukommt. Es kann also jene Verbreiterung nicht den Anfang eines Brustbeins bilden. Was aber hier der »Anfang einer Brustbeinbildung« sein soll, dasselbe ist ihm früher »Rippenfortsatz«. Rippenfortsatz und Anfang einer Brustbeinbildung sind für GÖTTE identische Dinge. Mit demselben Rechte könnte man sagen, der obere Bogen ist der Anfang einer Brustbeinbildung, und so würde man sogar noch weiter gelangen können. Dass dem Begriff eines »Brustbeins« ausser der genetischen Beziehung noch eine durch die Lage des bezüglichen Skelettheiles bestimmte anatomische Beziehung innewohnt, daran scheint GÖTTE gar nicht zu denken, denn, damit die Begriffsverwirrung möglichst vollständig werde, findet er auch in den lateralen Verbreiterungen der Sacralwirbel der höheren Wirbelthiere »das Homologon einer Brustbeinhälfte«.

Das Darmbein ist also von dem Homologon einer Brustbeinhälfte gestützt! Der Begriff des Brustbeins löst sich somit in den einer Concrescenz von Rippen auf, und es ist gleichviel wo diese vorkommt. GÖTTE verwechselt hier einen allgemeinen und einen speciellen Begriff, die Verschmelzung von Rippen oder Rudimenten von solchen, mit dem Producte einer an bestimmter Stelle zu Stande kommenden Concrescenz. Auch mit dem Begriff der Homologie wird willkürlich geschaltet, denn die mit der Verbreiterung des Darmbeines jederseits unter sich zusammentretenden Sacralrippen, können mit dieser Verschmelzung keine Brustbeinhälften vorstellen, da sie weder zu einer Brustbeinbildung führen noch von ihr herstammen, sondern nur aus jener Verbindung mit dem Darmbein entstanden. Besteht in dem allgemeinsten Verhalten auch eine oberflächliche Aehnlichkeit, so ist das doch lange noch keine Homologie.

Was nun den ersten gegen das Sternum der Amphibien als ein wahres Brustbein erhobenen Grund betrifft, so ist die Entstehung desselben in der äusseren Segmentschicht nicht von der Wichtigkeit, die GÖTTE ihr zuschreibt, denn erstens ist die fundamentale Bedeutung dieser Schicht eine blosse Annahme, die für jetzt noch der

Begründung entbehrt, und zweitens besteht in dem bei den Amphibien von den Rippen unabhängig sich bildenden Sternum durchaus kein zwingender Grund dagegen, dass die Sonderung dieses Gebildes nicht auf unmittelbar daranstossende Gewebe übergreife oder davon ausgehe, und so das Sternum sogleich in die Beziehungen zum Schultergürtel setze, denen es wohl seine Erhaltung verdankt. Das Sternum der Urodelen, welches von GÖTTE gar nicht berücksichtigt wurde, erstreckt sich mit einem nicht geringen Theile auch über die Coracoidplatten, nach innen von denselben, liegt also somit im Bereiche der inneren Segmentschicht. Ob die Bildung dieser inneren Platte des Sternums der Urodelen nicht auch von der inneren Segmentschicht ausgehe, ist zwar nicht erwiesen, allein auch das Gegentheil ist nicht festgestellt, und damit ist für die Urodelen die Möglichkeit nicht in Abrede zu stellen, dass die erste Entstehung des Sternums von der inneren Segmentschicht ausgehe. Da das Sternum der Urodelen in seinem Verhalten zum Schultergürtel für dessen Coracoïdstücke es tiefe Einschnitte besitzt, viel vollständiger als jenes nur dem Hinterrande des Schultergürtels der Anuren mit beschränkter Fläche angefügte sich darstellt, muss in ihm ein primitiverer Zustand erkannt werden, und die Beurtheilung des Sternums der Amphibien hat von da aus ihren Ausgang zu nehmen. Alle diese Verhältnisse werden von GÖTTE vollständig ignorirt. Er findet bei einem Anuren eine Beziehung der Sternalanlage zu einer gewissen Schicht, deren Werth durch den noch nicht vorhandenen Nachweis der Beständigkeit ihrer Sonderungsproducte in einer grösseren Zahl der Wirbelthiere noch gar nicht feststeht, und folgert daraus die gleiche Genese bei allen Amphibien, obschon er wissen könnte, dass in einer sehr grossen Abtheilung der Amphibien das Sternum andere Verhältnisse darbietet, solche, die nicht gestatten, es ohne weiteres als aus der äussern Segmentschicht entstanden und damit als etwas besonderes, als Hyposternum, anzusehen. Eine genauere Kenntniss des Schultergürtels der Amphibien und des Sternums derselben, und wäre sie auch nur aus dem durch vortreffliche Abbildungen erläuterten Werke W. K. PARKER's gewonnen, würde unseren Autor auf andere Bahnen geführt, mindestens zu vorsichtigeren Aeusserungen bestimmt haben.

Ein zweiter Grund gegen die von mir gegebene Deutung des Hyposternum der Amphibien soll in dem mangelnden Zusammenhang mit Rippen liegen. Wenn das Sternum von den Rippen aus ent-

steht, so kann da kein Sternum vorkommen, wo keine Rippen sich finden, wo ein ihm ähnliches Skeletstück nicht mit Rippen verbunden ist. Das wäre ganz richtig, wenn die Prämisse nicht Einschränkungen erfahren müsste. Mit einiger Bestimmtheit kann nur gesagt werden, dass überall da, wo mit dem Sternum Rippen in Verbindung stehen, das Sternum als ein Product dieser Rippen entstanden ist. Unter den Reptilien sind aber Fälle bekannt, in denen ein Sternum vorkommt, ohne Zusammenhang mit Rippen. Es sind die schlangenartigen Eidechsen, deren Sternum mit jenen der anderen Eidechsen völlig übereinstimmt, aber der Verbindung mit Rippen entbehrt, z. B. bei Pseudopus. Uebergangszustände zu den mehrfacheRippenpaare tragenden Sternalbildungen fehlen keineswegs, denn bei Pygopus tritt jederseits eine Rippe zum Sternum. Diese hier nur ganz kurz berührten Verhältnisse scheint Götte gleichfalls gar nicht gekannt zu haben, sonst würden seine Aeusserungen über Sternalbildungen minder apodictisch gewesen sein. Aber es bedarf gar nicht der Beziehung auf solche Verhältnisse aus anderen Classen. Götte bietet uns selbst ein recht treffendes Beispiel dar, indem er das, was ich bei Bombinator als Sternum auffasste, aus der Vereinigung zweier kleiner Knorpelplatten, und zweier unmittelbar dahinter liegender, schräg gerichteter längerer Knorpelstücke entstanden nachwies. Das hintere Knorpelpaar fasst Götte als »Bauchrippen« auf. Sie bilden die fünfte Species von Rippen, die wir aus dem Werke Götte's kennen lernen. Wenn dies Rippenbildungen sind, und das müssen sie doch sein, wenn man sie als Bauchrippen bezeichnen kann, so liegt hier die Entstehung eines ventralen Rippenabschnittes ohne allen Zusammenhang mit einem vom Wirbel her gebildeten Rippentheile vor. Es kann also unzweifelhaft ein Rippenabschnitt auch ohne Zusammenhang mit der Wirbelsäule entstehen, und nun frage ich, wie war es möglich, dass Götte, nachdem er ein paariges Rippenrudiment gefunden hatte, welches mit noch zwei anderen Knorpelchen in ein dem Sternum anderer Amphibien übereinstimmendes Gebilde eingeht, dessenungeachtet behauptet, dass das Sternum der Amphibien nur ein Anhang des Schultergürtels sei und nichts mit einem costalen Sternum gemein habe? Wohl mag ihm die Lage jener »Bauchrippe« im M. rectus abdominis Anlass zu jener Auffassung gewesen sein, die dann selbstverständlich zu einer ganz anderen Werthschätzung des Gebildes hinführt. Aber für all das muss der höchst reducirte Zustand mit in Betracht genommen werden, der bei den Anuren besteht. Wenn das System der geraden Bauchmuskeln

nach Götte aus der inneren Segmentschicht ebenso hervorgeht wie jene Gewebschicht, in welche die Rippen hineinwachsen, so kann es selbst für Götte nicht auffallend sein, wenn im M. rectus eine Rippe zur Sonderung kommt, die in die Sternalbildung mit eingeht. Was die beiden vor den »Bauchrippen« gelegenen Knorpelchen betrifft, so möchte ich dieselben gleichfalls für Rippenrudimente halten. Götte hält sie für homotyp mit dem Hyposternum der Frösche, bei denen es nicht zur Bildung jener Bauchrippe kommt.

Fassen wir das über das Sternum Erfahrene zusammen, so kommen wir zu dem Ergebniss, dass fünf differente Sternalbildungen vorkommen, oder sogar noch mehr, wenn wir die mannigfachen Combinationen dazu zählen wollten. Es gibt nach Götte:

1) ein claviculares Sternum,
2) ein coracoïdales Sternum,
3) ein costales Sternum,
4) ein von einer Bauchrippe gebildetes,
5) das Hyposternum, welches aus der äusseren Segmentschicht entsteht, indess die andern alle aus der inneren hervorgehen.

Da ich die Deutungen der ventralen Schenkel des primären Schultergürtels bereits vorhin beim Brustbein betrachtet habe, dem Götte die Coracoïdstücke als angebliche »Abgliederungen des Schultergürtels« zugetheilt hat, so bleibt nur noch eine Bemerkung über die Clavicula übrig. Ich glaube die Geschichte dieses Knochens ausführlich dargelegt zu haben. Von Götte, der ohne jede Begründung das Procoracoïd sammt dem Schlüsselbein für Einen Skelettheil ansieht, den er ohne weiteres für das »Schlüsselbein« erklärt, erfahre ich natürlich Widerspruch, denn die Gründe, welche ich für meine Deutung angeführt hatte, sind für jenen »nicht entscheidend«. Dass ich damit noch sehr glimpflich weggekommen bin, habe ich dem Umstande zu verdanken, dass der Verfasser der »Grundlage der vergleichenden Morphologie« auf eine eingehende Kritik verzichten muss, da ihm »genügende vergleichende Beobachtungen über die Entwicklung der entsprechenden Theile anderer Wirbelthiere fehlen«. Von der Art seiner Kritik gibt Götte übrigens an demselben Orte (pag. 617) eine neue characteristische Probe: Da ich es für möglich hielt, dass bei den Schildkröten die Clavicula ins Procoracoïd aufgenommen sei, »so könnte eine solche Vereinigung in dem Schlüsselbeine der Säugethiere ebenfalls bestehen, dieses also der Clavicula und dem Procoracoïd, wo sie getrennt vorkommen, entsprechen«. Wie es möglich ist, von den Schild-

kröten auf die Säugethiere zu kommen, kann man nur begreifen, wenn man alle Verwandtschaftsbeziehungen der Wirbelthiere so gründlich ignorirt sieht, wie es in dem vorliegenden Buche überall, man möchte sagen grundsätzlich geschieht.

Das Skelet der Gliedmaassen hat Götte nicht in den Bereich seiner Untersuchungen gezogen, aber desto entschiedener über die Gliedmaassen selbst abgeurtheilt. »Mit Rücksicht darauf, dass die Gliedmaassen bis in die Reihe der Amnioten hinauf vollständig fehlen können, ferner oft in engeren mehr oder weniger verwandten Kreisen eine ansehnlich wechselnde Ausbildung zeigen, müsste sie schon der Anatom aus der Reihe allgemein typischer Theile streichen« (pag. 469). Es sind also typisch unwichtige Dinge! Fast könnte ich nach solchem Urtheilsspruche mit einiger Wehmuth und Reue auf die Bemühungen blicken, die ich Jahre hindurch zur Herstellung eines Verständnisses des Gliedmaassenskelets aufgewendet habe. Doch sehen wir uns die eliminirenden Gründe etwas näher an. Zuerst muss bemerkt werden, dass noch niemand die Gliedmaassen als allgemein typische Theile aller Wirbelthiere bezeichnet hat, seit man die Cyclostomen und Amphioxus zu den Wirbelthieren zählt. Aber dem Gnathostomen kommen sie als »allgemein typische Theile« zu, und zwar ebensogut wie die Kiemenbogen die doch auch Götte als typische Theile betrachtet, obschon sie den Cyclostomen wie Amphioxus fehlen. Dass die Gliedmaassen ausser Gebrauch gesetzt sich rückbilden, und in einzelnen engeren Abtheilungen völlig schwinden können, ist doch kein Grund sie vom typischen Skelet der Gnathostomen auszuschliessen. Reducirt sich doch der mächtige Kiemenbogenapparat der Fische auf einige kümmerliche Skelettheile bei den Säugethieren, und Niemand fällt es ein, den Schwanz der Wirbelthiere aus den typischen Theilen zu streichen, weil er sehr wechselvolle Ausbildungen und Rückbildungen aufweist, oder vielleicht von der Wirbelsäule nur die Anzahl von Wirbeln für typische zu erklären die der Minimalzahl entspricht, so dass auch darin die Unke zum mustergültigen Paradigma würde. Also dürfte nur die spätere Differenzirung die Gliedmaassen von andern typischen Organen der Gnathostomen verschieden erscheinen lassen. Dieses späte Auftreten wird begreiflich, sobald man die Gliedmaassen als auch phylogenetisch spät in diesen Zustand eingetretene Organe betrachtet, eine Auffassung, die Götte von seinem jeden Zusammenhang der Organismen verwerfenden Standpuncte aus, perhorrisciren wird.

Dagegen erhalten wir eine Erklärung für die Ausbildung wie für die Verkümmerung der Gliedmaassen: »Je allmäliger der Uebergang in der Ausbildung der Segmente vom Kopfe bis zum Schwanzende ist, je gleichmässiger sich also auch grössere Körperabschnitte gestalten, desto weniger Gelegenheit findet sich, den Zufluss an Bildungsmaterial an einzelnen Stellen zu concentriren; jene Bedingungen finden aber ihren Ausdruck theils in einem langgestreckten Rumpfe, theils in einem stark entwickelten vom Rumpfe nicht abgesetzten Schwanze, so dass wir in einer solchen gleichmässigen Vertheilung der Körpermasse, oder in der embryonalen Disposition dazu, den Grund für eine unvollkommene Ausbildung der Gliedmaassen, oder einen vollständigen Mangel derselben erkennen dürfen, während ihre kräftige Entwickelung mit einer ausgeprägten Sonderung der Körperabschnitte zusammenfällt« (pag. 616). Mit diesen und ähnlichen Excursen ist aber weder für die Ausbildung noch für die Rückbildung etwas erwiesen. Dass da, wo sich keine oder nur rudimentäre Gliedmaassen bilden, auch die Anlage dazu fehlt oder rudimentär ist, gibt keinen Grund dafür ab, *weshalb* die Anlage fehlt oder rudimentär ist. Soll das aber in der Gleichmässigkeit der Körpersegmente gesucht werden, *so wird damit Ursache und Wirkung verwechselt*. Die Körperanlage besteht aus gleichmässigen Segmenten bis zur Differenzirung der Gliedmaassen, mit deren Beginn jene Gleichmässigkeit schwindet, und zugleich die grösseren differenten Körperabschnitte hervortreten. Die Ausbildung der Gliedmaassen erscheint dadurch als das Bestimmende, und nicht umgekehrt.

Wenn die Gleichartigkeit der Körperabschnitte dem »Zufluss von Bildungsmaterial« weniger Gelegenheit bieten soll sich an einzelnen Stellen zu concentriren (man beachte genau den Wortlaut dieses Satzes!), so ist es völlig unbegreiflich, wie es überhaupt zu einer Extremitätenbildung kommen kann, denn *vor* derselben sind die einzelnen Körperabschnitte immer gleichartig, oder gehen unmerklich in einander über. Es wäre also bei dem von Götte angenommenen Causalmomente eine Entwicklung von Extremitäten ganz unmöglich. So gelangt Götte zu dem Absurdum, dass etwas als Ursache gelten soll, welches, wenn es bestände, das gerade Gegentheil entstehen lassen müsste.

In dem der Entwicklung des Kopfes gewidmeten Capitel tritt begreiflicher Weise der schärfste Gegensatz zwischen den Ergebnissen meiner auf die vergleichende Anatomie der Selachier ausge-

dehnten Untersuchungen, und den Resultaten aus der Entwicklung de Unke hervor. Meine Untersuchungen sind werthlos, denn sie haben ihr »Ziel verfehlt«, meine Folgerungen sind irrig, meine Hypothesen unglücklich, und bei alledem kann ich jetzt nach dem Studium des Götte'schen Buches aussagen, dass ich durch die bogenlangen Widerlegungen, die darin meine Arbeit erfahren hat, nur zum Festhalten an den Ergebnissen derselben gelangt bin. In all' den langen Excursen sehe ich gar nichts von dem aus den Fugen gerückt, was ich aufgestellt habe.

Ich war davon ausgegangen, dass die Selachier die niederst stehenden Repräsentanten der gnathostomen Wirbelthiere seien, und habe das durch deren Organisation zu begründen versucht. Dann gab ich eine anatomische Darstellung des Kopfskelets in seinen Beziehungen zu den Kopfnerven und anderen Organen, und aus allen diesen thatsächlichen Verhältnissen zog ich für's Einzelne wie für's Ganze eine Anzahl von Schlüssen, zu denen ich mich für berechtigt hielt. All' das bezog sich nur auf die Selachier, welche die empirische Unterlage geboten hatten. War die Voraussetzung bezüglich der Selachier richtig, so ergab sich bei der Annahme eines verwandtschaftlichen Zusammenhangs der Vertebraten von selbst, dass auch für die Genese des Kopfskelets der höheren Vertebraten die gleiche Auffassung zu Grunde gelegt werden durfte.

Wer meine in jener Art begründete Auffassung bezüglich der phylogenetischen Entstehung des Kopfskelets, oder eigentlich des gesammten Kopfes widerlegen wollte, der musste vor Allem meine Voraussetzung widerlegen, und musste demgemäss darthun, dass den Selachiern jene Stelle nicht zukomme, die ich ihnen zuschrieb. Das musste das Erste sein. Dann musste nachgewiesen werden, dass meine anatomischen Angaben unrichtige, oder, dass die Folgerungen, die ich daraus zog, falsche seien. Von alledem ist durch Götte nicht einmal ein Versuch gemacht worden. Er hat nicht erwiesen, dass die Selachier nicht die niedersten Gnathostomen seien, dagegen finden wir die Behauptung, dass in Beziehung auf »die sogenannte paläontologische Entwickelung des Wirbelthierkopfes« »die Batrachier, vor allem die Anuren«, auf die Cyclostomen folgen, und »nicht die Selachier«, eine Reihenfolge, für welche ich mir die Kritik ersparen will.

Götte hat ferner keine einzige der von mir für meine Folgerungen verwertheten Thatsachen widerlegt, noch die Schlüsse selbst als unrichtige darstellen können. Gibt er sich den

Anschein der Widerlegung meiner Folgerungen, so sind die Gründe, auf die er sich stützen will, hinfällig, oder er schiebt mir Behauptungen zu, die ich nicht aufgestellt habe. So sagt er, ich hätte die Kiemenbogen für homolog mit den Rippen erklärt und gibt in Auseinandersetzung der Verschiedenheit der Lagerung beider zu verstehen, wie gross dieser Irrthum sei. Ich will darauf nur anführen, was ich pag. 256 meiner Untersuchungen (III. Heft) über diese Verhältnisse äusserte: »Vermag man in den Rippen untere Bogenbildungen zu erkennen, welche sich mit den im Visceralskelet vorliegenden unteren Bogenbildungen ähnlich verhalten, so könnte man zur Aufstellung einer Homodynamie beider Gebilde schreiten, wenn nachzuweisen wäre, dass auch im übrigen Verhalten gleiche Beziehungen vorlägen. Darunter verstehe ich das Verhältniss zur Leibeswand, welches für Rippen und Visceralbogen kein ganz gleiches ist. Während die Wandung der primitiven Schlundhöhle dem Visceralskelet unmittelbar anlagert und von den branchialen Spalten (Kiemenspalten) durchbrochen ist, erscheinen Rippen in einem ununterbrochenen Abschnitte der Leibeswand, welche nicht die in den Darmcanal fortgesetzte Schlundwand umlagert, sondern die den Darmcanal frei umgebende Leibeshöhle, und darin liegt also eine sehr bemerkenswerthe Verschiedenheit für beiderlei Gebilde. Sie würden sicher homodynam sein, wenn die Rippen einmal Visceralskeletbogen, oder die letzteren einmal Rippen wären, d. h. wenn anzunehmen wäre, dass an der Rumpfwand die gleichen Verhältnisse wie an der Schlundwand bestanden hätten oder umgekehrt. Für eine solche Annahme besteht keine Thatsache, die sie zur Hypothese erheben könnte, daher darf ihr kein Recht eingeräumt werden. Demzufolge vermag ich keine vollständige Homodynamie zwischen den ventralen Bogen des hinter dem Kopfskelete liegenden übrigen Körpers anzuerkennen, und sehe in beiden nur Bildungen, die an beiden Abschnitten selbstständig, aber durch eine gleiche Erscheinung, nämlich die dem Wirbelthiertypus eigene Art der Metamerenformation hervorgegangen sind«. Wie kommt nun Götte dazu, mir ein Zusammenwerfen der Rippen und der Bogen des Visceralskeletes zuzuschreiben, nachdem ich sie für völlig von einander unabhängige und auch differente Bildungen erklärt habe, die nur das gemeinsam besitzen, dass sie untere Bogenbildungen sind. Oder sind die Visceralbogen keine Bogen, oder besitzen sie keine nach unten gehende Lage? Götte hat also nicht zu unterscheiden vermocht, dass ich zwischen einer im allgemeinsten Verhalten liegenden

Uebereinstimmung und einer speciellen Homodynamie scharf genug getrennt habe, indem ich Rippen und Visceralbogen für eigenartige Bildungen erklärte. Mit dieser Fiction einer von mir angenommenen Gleichartigkeit von beiderlei Gebilden operirt er nun weiter. So sagt er gelegentlich der Vergleichung des Gliedmaassenskeletes mit dem Visceralskelet, dass ich »bei der Erwähnung jener Vergleichung offenbar die ganzen Skeletcomplexe im Auge hatte und daher consequenterweise bei der angeblichen Uebereinstimmung der inneren Kiemenbogenknorpel mit Rippen von einer Homologie jenes ganzen Complexes nicht reden konnte. Um so leichter lässt sich unter solchen Umständen der kiemenstrahlentragende Unterkieferbogen der Haie mit deren ganzen Gliedmaassen in Parallele bringen« (pag. 727). Also hier wieder eine »Uebereinstimmung der Kiemenbogenknorpel mit Rippen!« Deshalb hätte ich, so muss ich die höchst unklare Darstellung verstehen, die Vergleichung nicht ausführen können, was denn von ihm geschähe. Das soll wohl sein »in Parallele bringen« bedeuten. Wie Götte das »um so leichter« kann, bleibt mir freilich wieder unverständlich. Sieht man sich nun die von Götte citirte Stelle in meinen Untersuchungen (pag. 181) näher an, so wird man finden, dass ich da von einer »Entstehung des Gliedmaassenskeletes aus einer mit dem Kiemenbogenskelet gleichartigen Bildung« spreche, also nicht blos das Skelet der freien Gliedmaassen, sondern auch den Gliedmaassengürtel in die Vergleichung mit einbezog. Da es mir aber keineswegs um vage Vergleichungen zu thun war, und bezüglich der hinteren Gliedmaassen — wie an jener Stelle gleichfalls angeführt ist — und deren Ableitung von einem Theile des Visceralskeletes grosse Schwierigkeiten bestehen, habe ich vorsichtig mich auszudrücken für gut befunden. Für Götte, der die Gliedmaassen »aus einem concentrirten Zufluss von Bildungsmaterial an einzelnen Stellen« entstehen lässt, gibt es jene Schwierigkeit nicht, zu was aber dann nach Vergleichungen mit dem Visceralskelet gesucht wird, ist mir unerfindlich, denn es ist ja dann ganz gleichgültig, ob das Gliedmaassenskelet »in Parallele« zu bringen ist oder nicht.

Aus den vorstehenden Beispielen kann ersehen werden, wie unser Autor meine Darstellungen behandelt. Auf eine Widerlegung aller der Puncte einzugehen, in denen er mir entgegentritt, vermöchte ich nicht, ohne diese Blätter zu einem Buche anwachsen zu lassen. Bei der fundamentalen Verschiedenheit seines und meines Standpunctes würde sich eine solche auf das gesammte Detail ein-

gehende Kritik der bezüglichen Abschnitte des Werkes auch nicht der Mühe lohnen. Götte fand in der Entwicklung des Kopfes der Unke nicht die Dinge, die ich nach der Vergleichung des Baues des Kopfskeletes und der Nerven der Selachier erschlossen habe. Er findet z. B. in der ersten Anlage vier Segmente, von denen das erste dem Trigeminus, das zweite dem Facialis, das dritte dem Glossopharyngeus, das letzte dem Vagus entspricht. Also ist nicht jene Vielzahl von Metameren vorhanden, aus der ich den Kopf hervorgehen lasse; dass der Vagus der Unke die reduzirtesten Verhältnisse selbst im Vergleiche mit jenen anderer Anuren darbietet, da er nur eine Wurzel besitzt, während er sonst deren drei darbietet (vergl. Fischer: Amphib. nud. neurolog. Berol. 1843), ist unserem Autor bedeutungslos, und wird nicht einmal erwähnt. Der Vagus entspricht einem einzigen Segment, nicht vielen, wie ich behaupte u. s. w. Diese Polymerie des Vagus, die am ganzen hinteren Abschnitt des Kopfes bedeutende Umgestaltungen voraussetzt, wiederholt sich nicht mehr ontogenetisch, denn schon die ganz ausserordentliche Kluft, die zwischen Acrania und Craniota besteht, und die zudem noch in der Differenzirung des Auges und des Gehörorganes sich von bedeutender Weite erweist, macht begreiflich, dass jene niederen Zustände weit zurückliegen müssen. Da ich Gründe für diese Polymerie des Vagus beigebracht hatte, so müsste er diese Gründe widerlegen, ebenso wie jene Gründe, die ich als Causalmomente für das Zusammentreten dieses Nervencomplexes zu Einem Nerven aufgeführt hatte. Götte hat aber nur zu zeigen versucht, dass von jenem bei der Unke nichts vorkommt. — Auf Grund des Verhaltens der Nerven zum Cranium wie zu dem Visceralskelet schied ich das Cranium in zwei Abschnitte, einen vertebralen, hinteren, und einen prävertebralen vorderen. Das ist gleichfalls unrichtig, denn der vorderste Abschnitt wird vom vordersten Kopfsegment vorgestellt. Diesen Kopfsegmenten entsprechen »vier Wirbelanlagen« des Schädels, die aber doch wieder keine Wirbel sein können, denn die Segmente, in denen sie entstehen, werden als, von jenen des Rumpfes ganz verschiedene Gebilde hingestellt, zu was denn aber von Schädelwirbeln sprechen, wenn es doch keine wirklichen sind! Auch eine besondere Art von Metamerie gibt es da. Die den vier Kopfsegmenten entsprechenden Bogen, also der Kiefer-, nach Götte nur Unterkiefer-Bogen, der Zungenbein- und der erste und zweite Kiemenbogen sind ventrale Abschnitte dieser vier Segmente, die übrigen Kiemenbogen der Craniota stellen dagegen »keine einfache Meta-

merenbildung, sondern eine complicirte secundäre Erscheinung dar« (pag. 741). Also vordere und hintere Kiemenbogen sind durchaus differente Gebilde, und wie das komme, dass anatomisch übereinstimmende, entschieden homodyname Organe, die noch dazu die gleiche physiologische Bedeutung erkennen lassen, zu dieser Differenz gelangen, das ist für Götte der Frage ebenso wenig werth, als ihm ein Zweifel daraus erwächst, ob denn die jene Verschiedenheit begründen sollende Forschungsweise auch auf richtiger Methode beruhe! Vier Segmente die doch wieder keine Segmente sind bei der Unke nachgewiesen, und die »endgiltige Entscheidung« über den Aufbau des Kopfes aller Wirbelthiere ist gefällt (pag. 719)!

Götte geht dabei wieder von der Voraussetzung aus, dass Alles, was ursprünglich einmal sich gebildet habe, immer ontogenetisch in derselben Weise wiederkehren müsse, dass da gar keine Veränderungen stattfänden, dass der ontogenetische Entwicklungsgang der Unke auch dem phylogenetischen entspräche, aber nicht nur der Unke, sondern dem aller übrigen Wirbelthiere. Da ich wohl wusste, — und das zur Zeit der Abfassung des dritten Heftes meiner Untersuchungen vorliegende entwicklungsgeschichtliche Material war völlig ausreichend dazu und ist durch den von Götte gelieferten Beitrag nicht wesentlich vermehrt worden — dass die Ontogenie für die Phylogenie des Kopfes höherer Wirbelthiere, zu denen ich in Bezug auf die Selachier auch die Amphibien rechnen muss, keine Grundlage, selbst nicht einmal für die Phylogenie des Kopfes der Selachier abgeben konnte, habe ich eine vergleichend-anatomische Basis für jene Phylogenie zu gewinnen versucht, und zwar bei den Selachiern selbst. Da will nun Götte mit der Entwicklung der Unke erweisen, dass alle jene bei Selachiern gewonnenen Folgerungen falsch seien, und zwar, weil bei der Unke nichts von jenen Befunden, auf die ich mich stütze, vorkomme. Nie aber hatte ich gesagt, dass dieselben bei der Unke vorkommen sollten, ja ich war sogar davon ausgegangen, dass sie in der Ontogenie der höheren Vertebraten nicht mehr bestehen. In der That hat Götte aber nur gezeigt, dass bei der Unke nichts mehr davon vorkommt.

Wenn »die vergleichende Entwicklungsgeschichte der Craniota« nicht gestattet, die Folgerungen zu ziehen, welche ich aus dem Baue des Selachierkopfes ziehen musste, so liegt der Grund einfach darin, dass mit der individuellen Entwicklung des Kopfes alle jene Factoren in Thätigkeit treten, welche auch phylogenetisch umgestaltend wirkten, so dass je weiter ein Zustand phylogenetisch

zurückliegt, er um so weniger ontogenetisch repräsentirt erwartet werden darf. Doch das sind oftmals demonstrirte Dinge, über welche die Auseinandersetzung mit einem Autor unmöglich ist, der von völlig anderen Voraussetzungen ausgeht.

Damit aber auch von dem über den Kopf handelnden Abschnitt das Verfahren Götte's die nähere Würdigung erfahre, erlaube ich mir dieses an einem Beispiele vorzuführen.

Von den der Metamerie folgenden Nerven hatte ich den Opticus und Olfactorius ausgeschlossen. Bezüglich des ersten glaubte ich mich, wie Götte richtig voraussetzt, in Uebereinstimmung mit allen neueren Embryologen, denen zufolge Opticus sammt Retina eine Differenzirung aus der Gehirnanlage ist. Das, was Götte über die Entstehung der primären Augenblase angibt, modificirt zwar die Angaben Jener etwas, lässt aber doch so viel erkennen, dass hier andere Vorgänge als bei meinen metameren Nerven obwalten, und dass seine Aussage, es sei gar keine Verschiedenheit, durch ihn selbst widerlegt wird.

Unser Autor sagt: »Auch kann ihre (des Opticus und Olfactorius) Bedeutung als Centralorgan gegen ihre Vergleichung mit peripherischen Nerven gar nicht aufgeführt werden, da die embryologischen Beweise, auf welche Gegenbaur sich stützt, nicht stichhaltig sind«. Dagegen will ich mich zum Olfactorius wenden, für welchen Götte angibt, bei den Batrachiern nachgewiesen zu haben, »dass sein Stamm nicht aus einer unmittelbaren Verschmelzung der Geruchsplatte und des Vorderhirns, sondern durch Vermittelung einer zwischengelagerten Masse des mittleren Keimblattes entsteht« (pag. 720). Weit davon entfernt, diese Angaben in Zweifel zu ziehen, will ich nur untersuchen, was Götte unter dem Olfactorius der Batrachier versteht. Dazu haben wir auf pag. 295 die Basis erhalten.

Dort heisst es: »Sehr nahe an seinem Vorderende und an der Grenze seiner Seiten- und Bauchfläche verschmilzt jeder Lappen (des Grosshirns) mit der Auskleidung der angrenzenden Nasengrube, darauf wird zwischen beiden Organen eine Brücke ausgezogen, das Bündel der Riechnerven, und wo dieselben vom Grosshirnlappen entspringen, entwickelt sich an letzterem ein kleiner rundlicher oder länglicher Hügel, der Riechnervenhügel. Die Grosshirnlappen wachsen nun über die Grenzen der Riechnervenhügel hinaus; dieses Wachsthum beruht aber nicht auf einer einfachen Längenausdehnung der hohlen Lappen, sondern wird durch die Bildung solider Fortsätze ihrer Vorderwand hervorgebracht, welche auch äusserlich durch

seichte Furchen von ihrem Mutterboden sich abgrenzen. An der Bauchfläche der Grosshirnlappen erkennt man deutlich, dass jene dicken Auswüchse unmittelbar vor den Riechnervenhügeln, von den ersteren ausgehen und in dem Maasse, als sie sich verlängern, eine etwas dünnere strangartige Fortsetzung jener Hügel, welche ihnen eng angeschlossen und mit ihnen verwachsen bleibt, mit hervorziehen. An einjährigen Thieren scheinen diese Stränge noch die einzigen Wurzeln der Riechnerven zu bilden, an älteren Exemplaren dagegen treten ganz offenbar noch besondere Faserzüge, aus den soliden Auswüchsen zum Vorderende der Stränge, um mit ihnen gemeinsam das Bündel der Riechnerven zu bilden. Diese Faserzüge sind aber nach meiner Ansicht nachträgliche Bildungen, veranlasst durch die innige Verbindung der Stränge mit der Bauchfläche des Hirns. Ursprünglich sind jene soliden Auswüchse der Grosshirnlappen getrennt, aber schon in etwas grösseren Larven findet man sie in der Medianebene verschmolzen, so dass nur eine seichte Furche ihre frühere Trennung andeutet. Sie bilden also eine vordere Verbindung der Grosshirnlappen, während diese im grösseren Verlaufe ihrer Länge getrennt bleiben«.

In Vorstehendem liegt nun das entwicklungsgeschichtliche Material vor zur Prüfung der Folgerungen, welche unser Autor daraus zieht. Bei dieser Kritik habe ich zweierlei zu sondern, erstens die Bedeutung der geschilderten Thatsachen für die von Götte gegen mich hervorgehobene Auffassung des Olfactorius als eines von den übrigen Kopfnerven gar nicht verschiedenen Nerven, und zweitens die Bedeutung jener Thatsachen für die Folgerungen, welche Götte daraus für die bezüglichen Hirntheile zieht.

Ich wende mich zu dem ersten Puncte. Hier hat man sich zuerst zu vergegenwärtigen, dass, da es sich um einen Nerven handelt, diesem selbstverständlich eine Summe von Eigenthümlichkeiten zukommt, die er mit anderen Nerven theilen muss, denn im anderen Falle, wenn er solche Uebereinstimmungen nicht besässe, wäre er überhaupt gar kein Nerv. Dagegen wird nichts einzuwenden sein. Sehen wir uns also nach den Besonderheiten um, so wird doch nicht behauptet werden können, dass in dem Ursprung vom Vorderhirn nichts Besonderes, Eigenartiges liege, den übrigen von mir als metamere Hirnnerven aufgefassten Nerven gegenüber, welche vom Nachhirn (der Medulla oblongata) — selbst bei der Unke! — hervorgehen. Findet sich dann in dem Endigungsgebiete des Olfactorius nichts besonderes, wieder jenen anderen Nerven gegenüber? Endlich,

ist nichts Eigenthümliches darin zu erkennen, dass ursprünglich die einzelnen Fäden der Riechnerven unmittelbar zum Endorgan verlaufen, wie das bei den Selachiern der Fall ist? Dass das Endorgan anfänglich dicht an der Ursprungsstätte liegt? Dass der Nerv ausschliesslich zu diesem tritt? GÖTTE wird vielleicht sagen, dass auch der Opticus und der Acusticus solche Zustände darbiete. Das acceptire ich für den Opticus, dem ich ja selbst eine exemte Stellung eingeräumt habe, wenn es mir auch nicht einfiel, ihn dem Olfactorius nahe verwandt zu halten. Und was den Acusticus angeht, so wird jedem, der die ontogenetischen Thatsachen nicht gedankenlos, nur als die Producte von Verschiebungen von Zellen ansieht, so viel klar werden, dass die Genese des Labyrinthbläschens eine ursprüngliche Endigung dieses Nerven am Integumente mit Nothwendigkeit voraussetzen lässt, dass also ursprünglich ganz andere Verhältnisse, und zwar von dem späteren auch ontogenetisch auftretenden Befunde der Cranioten sehr verschiedene, bestanden haben müssen. Das was dem entgegen GÖTTE, auf seine Untersuchungen bei der Unke gestützt, mit vielem Nachdruck aufführt, berührt jene aus der Genese des Labyrinthbläschens geschöpften Folgerungen in gar keiner Weise, denn es wird damit nicht etwa ein anderer die Phylogenese erklärender Vorgang nachgewiesen, sondern der an sich gänzlich unverständliche ontogenetische Process dem nicht direct nachweisbaren, sondern nur zu erschliessenden phylogenetischen substituirt.

Was dann noch speciell die embryologischen Beweise angeht, auf welche ich mich stütze und welche für die Begründung einer besonderen Stellung des Olfactorius nicht stichhaltig seien, so gibt GÖTTE damit sehr wenig zureichende Kenntnisse des bei Selachiern bestehenden Verhältnisses kund, auf welche meine Darstellung sich zunächst bezieht. Ich habe darin einen centralen Theil und einen peripherischen unterschieden, und als ersteren den Bulbus sammt seinem Tractus, als letzteren den vom Bulbus entspringenden, unmittelbar zur Riechschleimhaut tretenden Complex feiner Fädchen bezeichnet. Der Bulbus ist ein aus dem Vorderhirn sich sondernder Theil, der bei Embryonen der Seite des Vorderhirns eben so dicht anliegt, wie er mit seiner vorderen Fläche an den Grund der Nasengruben stösst. Eine Höhlung in seinem Inneren steht mit dem Seitenventrikel des Vorderhirns in offener Communication. Es setzt sich sogar, wie MIKLUCHO-MACLAY von Mustelus beschreibt und abbildet, ein Theil des Plexus chorioideus in ihn fort. Es ist also

nicht etwa blos der Tractus hohl, wie Götte anzunehmen scheint (pag. 720. Anmerk.), sondern auch der Bulbus, und es ist Hyperkritik, angesichts der bis jetzt vorliegenden, wenn auch nicht von sehr jungen Stadien entnommenen Thatsachen, in Zweifel ziehen zu wollen, dass der Bulbus sammt dem Tractus bei den Selachiern nicht zum Vorderhirn gehöre. Man könnte eben so gut in Zweifel ziehen, dass der Bulbus olfactorius des Menschen nicht zum Gehirn gehöre, keine Sonderung des Vorderhirns sei, weil seine Entwicklung da noch nicht bekannt ist. Der Tractus olfactorius der Selachier ist aber eine secundäre Bildung, die erst mit dem Auftreten von Wachsthumsdifferenzen zwischen Gehirn und Cranium erscheint, und das ausgezogene Verbindungsstück des Bulbus und Vorderhirns vorstellt. Diese Theile habe ich nun nie als peripherische Nerven betrachtet, wie Götte auf pag. 291 meiner Untersuchungen (III. Heft) hätte ersehen können. Ich habe vielmehr vom Bulbus und vom Tractus olfactorius dort gehandelt, um sie von den vom Bulbus ausgehenden Riechnerven als peripherischen Theilen zu unterscheiden. Es zeigt, gelinde ausgedrückt, von wenig Sorgfalt in der Prüfung der Angaben Anderer, wenn Götte mir zumuthet, die peripherischen Riechnerven als centrale, oder aus dem Hirn sich sondernde Organe behandelt zu haben. Götte mag hierzu dadurch verleitet worden sein, dass er selbst den bereits von Owen (Lect. of. comp. Anat. I. Fishes 1846. pag. 183) als »Rhinencephalon« bei Selachiern unterschiedenen Bulbus gar nicht berücksichtigt, sondern nur den dazu führenden Tractus als Nervus olfactorius nimmt, denn er spricht von einer »vollständigen Verschmelzung« des Lobus olfactorius mit dem Vorderhirn bei einigen Selachiern (pag. 314).

Jene Berücksichtigung des Tractus und Bulbus olfactorius bei den peripherischen Nerven war aber deshalb nöthig, weil in Deutschland fast allgemein der Bulbus olfactorius sammt seinem Tractus nicht den centralen Organen zugetheilt, sondern als »Riechnerv« mit peripherischen Organen, den Hirnnerven, zusammengestellt wurde. Ein Blick in die Handbücher der Anatomie des Menschen gibt darüber Auskunft. Wenn ich dann den Tractus sammt dem Bulbus olfactorius dem Opticus verglich oder vielmehr die Aehnlichkeit beider in ihrem primitiven Verhalten zum Gehirn aufführte, so befand ich mich im vollen Rechte.

Prüfen wir nun den zweiten oben bezeichneten Punct, nämlich die Folgerungen, welche Götte aus seiner oben wörtlich aufgeführten Darstellung der Entwicklung des Olfactorius bei der Unke ableitet.

Er folgert daraus, dass »die soliden vorderen Auswüchse der Grosshirnlappen«, welche »allgemein als Lobi, Bulbi oder Tubercula olfactoria aufgeführt, und mit den gleichnamigen Theilen anderer Thiere verglichen« werden, aber »mit den Riechnerven erst spät und in beschränktem Maasse in Verbindung treten«, nicht »die eigentlichen Lobi oder Bulbi olfactorii der Batrachier sind« (pag. 313 und 314). Dagegen ist ihm der einem Bulbus olfactorius entsprechende Theil, den er als »Riechnervenhügel« bezeichnet, der oben beschriebene Anfangstheil des Olfactorius. Wenn man bisher als Bulbus olfactorius einen nicht blos aus dem Vorderhirn entstehenden, mit einer Höhlung mit dem Seitenventrikel, wenn auch nur vorübergehend communicirenden, sondern auch in seiner Textur mit centralen Organen übereinkommenden Theil bezeichnete, von welchem die Riechnerven hervorgehen, so kann man mit Recht verlangen, dass Götte diesen Nachweis für seinen »Riechnervenhügel« liefert. Man wird aber auch verlangen können, dass er den bisher angenommenen Zusammenhang mit den vom Vorderhirn gesonderten Riechlappen als nicht bestehend nachweisen werde. Weder das eine noch das andere geschah. Götte hat nicht nachgewiesen, dass seine Riechnervenhügel centrale Organe seien, noch hat er Beweise dafür beigebracht, dass ein Zusammenhang des Olfactorius mit dem Lobus olfactorius nicht bestehe, ja er betrachtet sogar seinen »Riechnervenhügel« als das Wurzelstück des Olfactorius, der sich da mit dem Gehirn — dem Streifenkörper — verbindet. Da nun weder der Riechnervenhügel so wenig als dessen Fortsetzung in den Riechnerven den Bau eines centralen Organs besitzt, so ist so viel sicher, dass man ihn auch nicht mit dem Lobus olfactorius irgend eines Wirbelthieres vergleichen kann. Dass er aus Nervenbündeln besteht, wissen wir durch Reissner, dessen Untersuchungen (Ueber den »Bau des centralen Nervensystems der ungeschwänzten Batrachier«. Mit einem Atlas von 12 Tafeln 4. Dorpat. 1864) unserem Autor gleichfalls unbekannt geblieben zu sein scheinen, jedenfalls nicht berücksichtigt sind.

Es fragt sich nun, wie es um den Nachweis des blossen Anschlusses des Nervus olfactorius an den Lobus olfactorius der Autoren steht. Wir erfahren bei Götte darüber, dass »bei einjährigen Thieren diese Stränge die einzigen Wurzeln des Olfactorius scheinen«. Da sie es nur »scheinen«, so ist es also doch keineswegs so sicher, wie unser Autor sonst es glauben machen will, dass keine Beziehungen zu den sogenannten Lobis bestehen. Es ist das eine »Ansicht«

des Verfassers, wie er es selbst nennt. Doch nehmen wir auch eine thatsächliche Begründung jener »Ansicht« an, so gibt Götte doch das zu, dass »später« eine Verbindung mit den Lobi olfactorii eintrete, und wenn diese nach seiner Angabe auch nur in »beschränktem Maasse« geschieht, so ist doch eine solche Verbindung vorhanden, d. h. aus den Lobi olfactorii treten Nervenbündel in den Nervus olfactorius ein. Wenn so der Olfactorius vom Riechnervenhügel an der Unterfläche des Vorderhirns (resp. dem Lobus olfactorius desselben) nach vorne ziehend, noch Nervenbündel empfängt, wie dies in überaus deutlicher Weise auch von Wyman (Smithsonian Contributions Vol. V. Art. IV. Taf. I. Fig. 1) abgebildet wurde, so kann von einem blossen »Anschluss« des Nerven keine Rede sein, und ebenso geht aus der von Reissner in dessen Fig. XIX von Bufo gegebenen Darstellung hervor, dass an der gesammten Unterfläche der Lobi olfactorii Längsfaserzüge vorkommen.

Die nach vorne zu stattfindende Ausbildung des Lobus olfactorius macht vollends begreiflich, wie der Zuwachs den der Olfactorius an Nervenfasern erhält, nur von dem vorderen Abschnitte des Lobus kommen kann (vergl. bei Götte Fig. 145, 147, 148) und ebenso ist es begreiflich, dass bei der nahen Lage der hintersten Austrittsgrenze des Olfactorius (»Riechnervenhügel«) vom Vorderhirn, Verbindungen mit demselben, und zwar nach dem Streifenkörper zu, bestehen. Wie aber deshalb der Bulbus olfactorius von Beziehungen zum Riechnerven ausgeschlossen sein, und der selbst von Götte zugestandene Eintritt von Fasern aus dem Bulbus in den Olfactorius keinen Werth für die Bedeutung des Bulbus selbst haben soll, ist mir unbegreiflich. So lange man aber unter Bulbus oder Lobus olfactorius einen ganz bestimmten, aus dem Vorderhirn sich sondernden und bei bedeutenderer Entfaltung einen mit dem Seitenventrikel des Vorderhirns communicirenden Binnenraum enthaltenden Theil versteht, der die Olfactoriusfasern entsendet, wird man nicht im Stande sein, den »Riechnervenhügel« der Batrachier für das gleiche Gebilde zu halten, welches man bei den Reptilien wie bei den Säugethieren als Lobus oder Bulbus olfactorius bezeichnet hat. Wenn die grosse Masse der Olfactoriusfasern auch anfänglich aus einem dem Vorderende des Streifenhügels entsprechenden »Riechnervenhügel« kommt, so ist damit nur eine dem Nervus olfactorius der Batrachier zukommende Eigenthümlichkeit erkannt — unter der übrigens bis jetzt noch nicht erwiesenen Voraussetzung, dass jene Nervenbündel wirklich zum Streifenkörper gelangen, aber damit wird die Bedeutung

des Lobus olfactorius nicht aufgehoben, und noch weniger wird der Riechnervenhügel dadurch zum Lobus olfactorius. Die Arteria ischiadica der Vögel wird dadurch noch nicht zur Arteria cruralis, dass die letztere reducirt ist und ihr sonst bestehendes Gebiet von der Ischiadica versorgt wird. Götte wirft Wyman vor, dass er die Beobachtung des Riechnervenhügels »wegen mangelnder Kenntniss« der betreffenden Entwicklung vernachlässigt habe. Da möchte ich fragen, was denn Götte viel anderes darüber nachgewiesen habe, als dass er unter dem vorderen Ende des Streifenhügels liege? das wichtigste, woher die in diesen Hügel eintretenden Nervenbündel stammen, erfahren wir auch von Götte nicht. Anstatt die für den Olfactorius der Anuren vermuthete Eigenthümlichkeit sicher zu stellen, und mit den übrigen Thatsachen in logischen Connex zu bringen, wird eine besondere Species von Lobus olfactorius begründet und die übrigen Thatsachen werden einfach mit Stillschweigen übergangen. Zu diesen Thatsachen rechne ich vor Allem die Fortsetzung des Seitenventrikels in den Lobus olfactorius. Bei der Unke entbehrt der Lobus olfactorius des besonderen Binnenraumes, er bildet aber noch die vordere Begrenzung des Seitenventrikels, den ich weiter nach vorn reichen sehe, als Götte das in seiner Fig. 151 dargestellt hat. Von der Fortsetzung des Seitenventrikels bei Rana pipiens gibt Wyman eine Darstellung (op. cit.) (Taf. I. Fig. 6) und Reissner von Bufo (op. cit. Fig. XVIII). Bei Urodelen ist eine ähnliche Fortsetzung des Seitenventrikels vorhanden. Da Götte zugibt, dass der Lobus olfactorius der Urodelen dem der Anuren homolog ist, d. h. dasselbe Gebilde vorstellt, so wird sich daran die Frage anknüpfen, ob denn der Lobus olfactorius der Urodelen, bei denen der Olfactorius nicht mit einem weit nach hinten liegenden »Riechnervenhügel« beginnt, nicht dem Lobus olfactorius der Reptilien homolog sei, der den Riechnerv vom vorderen Ende abgehen lässt, während er bei den Urodelen mehr lateral seinen Austritt nimmt.

Was denn eigentlich der bisher so sehr verkannte Lobus olfactorius der Amphibien eigentlich sei, fragt der Leser des Götte'schen Buches nicht lange vergeblich. Er wird alsbald in folgendem aufgeklärt: »Man wird darin, dass die genannten Gebilde bei den niedriger stehenden, weniger entwickelten Batrachiern, bei Proteus, Siren, Menopoma, Menobranchus, gar nicht, oder viel weniger mit einander verschmelzen, als bei den Anuren, einen Beweis sehen, dass die Verbindung beider Grosshirnhemisphären durch jene Fort-

sätze (d. h. den Lobus olfactorius) nicht ein Rückbildungsprocess, wie bei der vollständigen Verschmelzung derselben in manchen Selachiergehirnen, sondern ein Fortschritt sei, bestimmt eine besondere Commissur der einander zugekehrten freien Flächen der Grosshirnhemisphären herzustellen. Alsdann kann aber die Homologie dieser Commissur nicht zweifelhaft sein, — sie stellt gewissermassen eine erste Entwicklung eines Hirnbalkens vor«. Fassen wir die Beweisführung für diese merkwürdige Balkenanlage etwas näher ins Auge. Götte sagt: weil bei niederer stehenden Batrachiern (d. h. Perennibranchiaten), die bisher als Lobi olfactorii aufgefassten Theile des Vorderhirns gar nicht oder viel weniger als bei den Anuren mit einander verschmelzen, ist die Verschmelzung kein Rückbildungsprocess, sondern ein Fortschritt. Bei manchen Selachierhirnen, wo die Verschmelzung vollständig sei, ist sie dagegen ein Rückbildungsprocess. Sieht man auch davon ab, dass Götte, wie bereits oben bemerkt, unter dem Bulbus olfactorius der Selachier etwas ganz anderes versteht, als alle übrigen Autoren, indem er, ohne es irgend zu begründen, den zum Bulbus führenden Tractus für den Riechnerven hält, so wird doch so viel gewiss sein, dass der bei den Selachiern angenommene Reductionsprocess von ihm nach Massgabe seiner Ausprägung in einer doppelten, und zwar ganz entgegengesetzten Bedeutung gefasst wird. Ist die Verschmelzung vollständig, so ist sie eine Rückbildung, ist sie unvollständig, so ist sie ein Fortschritt! Man fragt sich, warum die vollständige Verschmelzung ein Rückschritt sein soll, wenn die nicht vollständige ein Fortschritt ist, und findet nichts, wodurch das Räthsel gelöst werden könnte, denn wenn es sich bei der Verschmelzung um Herstellung einer Commissur handelt, wie uns angedeutet wird, so sollte man glauben, dass dieses Ziel bei einer vollständigen Verschmelzung, wie sie »bei einigen Selachierhirnen« bestehen soll, auch vollständiger erreicht wird, dass also da das höchste Maass des Fortschrittes gegeben sei. Aus diesen Folgerungen geht aber die Alternative hervor: Entweder ist die Verschmelzung jener Hirntheile ein Fortschritt, und dann ist er bei jenen Selachiern, wo die Verschmelzung am vollständigsten sein soll, am meisten ausgeprägt, und es darf das nicht, wie es von Götte geschieht, als ein Rückschritt bezeichnet werden, oder die Verchmelzung ist kein Fortschritt, dann können die Gehirne jener Selachier allerdings eine Rückbildung vorstellen, aber dann wird durch die Befunde der Amphibiengehirne auch kein Fortschritt erwiesen.

Man sieht, wie die logische Begründung einer »nicht zweifelhaften« Homologie jener verschmolzenen Lobi olfactorii mit einer Balkenanlage keinen sicheren Boden hat. Uebrigens ist die Auffassung der verschmolzenen Lobi olfactorii als einer »Commissur« keineswegs neu, denn wir finden sie schon bei Blattmann (Diss. Zürich 1850) ausgesprochen. Betrachten wir nun die empirischen Unterlagen, auf welchen jene Deutung einer »Balkenanlage« ruhen soll, denn das wird doch zugegeben werden müssen, dass in dem, was oben wörtlich von unserem Autor angeführt ward, noch keine anatomische Thatsache, die zu Gunsten eines Balkens spräche, beigebracht worden ist. Man sollte erwarten, dass wenigstens Commissurfasern in dem verschmolzenen Gebilde nachgewiesen werden, die doch vorhanden sein müssen, wenn es eine Commissur vorstellen soll; aber nichts von alledem! Wie weit die verschmolzenen Theile von einer Commissur entfernt sind, könnten die Reissner'schen oben citirten Untersuchungen klar gemacht haben, wenn sich unser Autor nach ihnen umgesehen hätte. An die Stelle der unterbliebenen directen Untersuchung und der Orientirung in der Literatur lässt nun Götte die Vergleichung treten. Bei unentwickelten Hirnformen von Säugethieren, werden wir weiter belehrt, liegt der Balken *vor* der vorderen Commissur der dritten Hirnkammer, »*und damit stimmt die betreffende Commissur der Batrachier vollständig überein*«. Hierbei ist zweierlei in Frage zu stellen, einmal die Berechtigung dieser Vergleichung im Allgemeinen und zweitens die von »niederen Hirnformen« der Säugethiere behauptete Thatsache. Bezüglich des ersten Punctes muss doch erwogen werden, dass zwischen einem Anuren und einem Säugethier eine weite Kluft besteht, die es ganz unmöglich macht, hier so directe Beziehungen herzustellen. Jeder, der auf den Grund der Organisationsdifferenz nur einigen Werth legt, wird sich hüten, so weit entfernte Organismen in so unmittelbare Verknüpfung zu bringen, wie es von Götte geschieht, denn in der Organisation der Batrachier — man denke nur an deren Wirbelsäule! — sind solche Veränderungen eingetreten, dass es völlig unmöglich ist, diese Amphibien auch nur entfernt an Säugethiere anzuschliessen. Das prägt sich auch an jenem Befunde des Gehirns aus. Die Concrescenz der beiden Lobi olfactorii liegt an einer Stelle, die um die halbe Länge des gesammten Vorderhirns von jener Stelle entfernt ist, wo eine Balkenanlage entstehen könnte. Auf die verschmolzenen Lobi olfactorii folgt dann noch eine bedeutende Strecke, an der die Hemisphären getrennt bleiben, wäh-

rend der Balken der Säugethiere an einer von dem Vorderende der Hemisphären weit abliegenden Stelle, fast unmittelbar vor der Gehirnspalte auftritt. Da besteht also auch nicht die geringste Aehnlichkeit!

Was die bezüglich der »unentwickelten Hirnformen« von Säugethieren aufgestellte Behauptung, dass der Balken vor der Commissur zwischen den Vorderhirnhemisphären liege, angeht, so nimmt Götte seinen Ausgang vom Hirn des Kaninchens, welches ihm ein Repräsentant unentwickelter Hirnformen ist. Er bezieht sich dabei auf eine von Huxley in dessen Handbuch der vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere gegebene bildliche Darstellung, die aus der Flower'schen Abhandlung (Transact. Royal Soc. 1865. pag. 633 Pl. 37, Fig. 3) entnommen ist. Diese Abhandlung ist, wie auch andere für die vorliegenden Fragen wichtige Arbeiten, z. B. jene Owen's, unserem Autor unbekannt geblieben, denn sonst hätte er daraus erfahren müssen, dass das Kaninchen gerade in Beziehung auf den Balken keine so »unentwickelte Hirnform« besitzt, dass vielmehr viele andere Säugethiere, vor Allem die Monotremen, dann die Beutelthiere, ja sogar manche Insectivoren noch bedeutend niederer stehende Balkenformen aufweisen, deren Ausgangspunct nicht vor, wie Götte angibt, sondern genau über der vorderen Commissur liegt. Soll also aus der Lage des Balken bei niederen Säugethieren etwas gefolgert werden, so ist es das, dass auch nicht die entfernteste Beziehung zu einer Bildung besteht, die bei den Anuren an dem vordersten Ende der Vorderhirnhemisphären auftritt, und das wird von Götte als vollständige Uebereinstimmung behandelt! Wer über diese Dinge urtheilen will, von dem darf man verlangen, dass er wenigstens die bekanntesten Thatsachen nicht so gründlich ignorirt, wie dies bei Götte auch in diesem Falle sich ereignet.

Wirft man noch einen Blick auf das, was man in dem Gange der Götte'schen Darstellung Methode nennen könnte, so finden wir den Ausgangspunct in der Entdeckung gegeben, dass bei der Unke der Olfactorius mit einer höckerförmigen Anschwellung an der Unterfläche des Vorderhirns austritt, dieses bei Rana schon von Wyman gekannte, von Reissner genauer beschriebene Verhalten bildet gleichsam die Spitze der umgekehrten Pyramide, welche Götte mit seinen Folgerungen aufthürmt. Es wird daraus gefolgert, dass die sogenannten Lobi olf. der Anuren, obgleich sie Fäden zum Olfactorius senden, keine Lobi olf. seien, denn das ist jener Höcker am Riechnerven, dessen Textur jedoch nicht weiter untersucht wird. Es wird

ferner gefolgert, dass auch bei den Urodelen der Lobus olf. nichts mit dem N. olfactorius zu thun habe, wieder ohne jede Begründung. Dann werden die verschmolzenen Lobi olfactorii der Anuren zu einer ersten Entwickelungsstufe des Balken gestempelt, daraus abgeleitet, dass die Verbindung der Hemisphären der Fische, Reptilien und Vögel nur der Commissura anterior und dem Fornix homolog sei, und zum Schlusse, als nach oben gekehrte Basis der Pyramide: »dass das Hirn der Batrachier in gerader Linie zum Anschlusse an die Hirne niederer Säugethiere führt, während die viel höher angelegten Hirne der Selachier, Reptilien und Vögel eben durch die frühzeitig zur Geltung kommende Rückbildung diesen Punct der fortschreitenden Entwickelung nicht erreichen«. Das alles ist das Ergebniss einer einzigen Beobachtung, die nicht einmal vollständig ist, wie denn Götte gar nicht gesagt hat, was er unter einem Lobus olfactorius versteht, und wie sein einem Lobus olfactorius homolog sein sollender »Riechnervenhügel« jenem Begriffe entspreche.

Ich beschränke mich auf die Ausführung dieses Beispiels zur specielleren Darlegung des Verfahrens unseres Autors, den thatsächlichen Begründungen seiner Aufstellungen, der Art seiner Schlussbildung, seiner Kenntniss von den anatomischen Thatsachen und von der dieselben behandelnden Literatur; das Beispiel mag statt vieler gelten. Vielleicht wird es nothwendig, auf Andere später noch einmal einzugehen.

Es bleibt mir aber noch übrig den Standpunct des Verfassers zu beleuchten. Derselbe ist exclusiv embryologisch, d. h. ihm gilt nur das was durch die Entwickelungsgeschichte des Individuums erwiesen wird. Stimme ich darin auch mit Götte überein, dass durch die Ontogenie der vergleichenden Anatomie eine festere Begründung zu theil wird, sowie dass auch für phylogenetische Untersuchungen die Ontogenie den wesentlichsten Ausgangspunct bieten muss, so muss ich doch mit Entschiedenheit in Abrede stellen, dass durch sie allein jene Basis gebildet werde, dass nur die Ontogenie für die Phylogenie eine Richtschnur abgebe.

Ganz abgesehen davon, dass bei dem relativ noch sehr niederen Stande der Summe unserer auf ontogenetischem Wege erworbenen Erkenntnisse, die Einblicke, welche die vergleichende Anatomie in die Organisation der Thiere gewährt, ganz unmöglich wären, dass wir also damit zu warten hätten, bis von allen Thieren deren individuelle Entwickelung bekannt wäre; — ich sage absichtlich von

allen Thieren, denn wenn nur die Ontogenie Grundlage und Richtschnur sein soll, was bürgt mir denn dafür, dass die auf blos vergleichend-anatomischem Wege erschlossenen Homologien, welche zur Erkenntniss der verwandtschaftlichen Beziehungen leiten, nicht vollständig falsche seien, so dass ohne die Ontogenie nicht einmal die Verwandtschaft der Gans mit der Ente behauptet werden darf — also ganz abgesehen von dieser Unzulänglichkeit des ontogenetischen Erfahrungsschatzes, werden die durch die individuelle Entwickelungsgeschichte zu Tage geförderten Thatsachen nur verständlich, wenn sie mit den am ausgebildeten Organismus anderer Thiere bestehenden combinirbar sind. Das Wesen der Chorda dorsalis bleibt sehr merkwürdig und wunderbar, aber selbst bei der genauesten Beschreibung der Entwickelung ebenso unverständlich, so lange dieses Gebilde nur bei höheren Wirbelthieren bekannt ist. Wie kommt es zu dieser Einrichtung, die doch nur eine vorübergehende Bedeutung hat, selten zu definitiven Bildungen in Verwendung gelangt? Warum tritt an der Stelle der Chorda nicht gleich das Gewebe auf, welches die Anlagen der Wirbelkörper hervorgehen lässt, und dann den Weg der Genese der Wirbelsäule kürzer und einfacher erscheinen liesse? Diese Fragen fallen als unnütze weg, sobald Wirbelthiere bekannt sind, welche in der Chorda dorsalis kein blos ontogenetisch bedeutungsvolles, sondern auch im ausgebildeten Zustande wichtiges, permanentes, einen hohen Grad der Volumsentfaltung erreichendes, und damit auch functionell hoch stehendes Organ besitzen. Solche Thiere sind uns anatomisch bekannt, und daher beziehen wir die sich rückbildende Chorda der höheren Vertebraten auf die ausgebildete Chorda jener niedern Formen, und leiten die Existenz der Rückensaite, da wo sie ein vergängliches Gebilde ist, von jenen permanenten Zuständen ab. Diese machen uns begreiflich, weshalb wir das Organ allgemein verbreitet finden, auch in jenen höheren Formen, in denen es frühzeitig rudimentär wird. Nicht die Kenntniss der Entwickelung des Organs, sondern die Beziehung zu dem gleichen Organe anderer Thiere, eröffnet uns das Verständniss, welches freilich von Götte nicht verlangt wird. Aehnliches gilt von zahllosen anderen Organen, für welche uns die Ontogenie nur eine Reihe von Beschreibungen einzelner Bildungsstadien bieten kann, die ohne den Zusammenhang mit jenen anderen, den ausgebildeten Zustand zeigenden Formen nur den Werth des Curiosums für sich haben können. Man denke an die Kiemenbogen!

Aber auch in anderer Beziehung muss die Ontogenie für un-

zulänglich erklärt werden, um darauf ausschliesslich die Morphologie zu basiren. Einmal begegnen wir da wieder einem Mangel an gehöriger Fundirung der ontogenetischen Thatsachen, und zweitens bietet uns die Ontogenie über viele Puncte keinen Aufschluss, wo ihn die vergleichende Anatomie geben kann. Bezüglich des ersten Punctes ist zu bemerken, dass die geringere Zahl der bis jetzt vorhandenen genauen ontogenetischen Beschreibungen noch gar nicht erlaubt, Folgerungen von bedeutender Tragweite zu bilden, denn das was z. B. für die Anlage der einzelnen Organe aus bestimmten, durch die Keimblätter vorgestellten, oder aus ihnen zusammengesetzten Schichten in dem einen Falle beobachtet wird, muss doch zuvor in seiner fundamentalen Bedeutung durch den Nachweis des gleichen Verhaltens auch in anderen Fällen d. h. bei anderen Thieren erhärtet sein, ehe Schlüsse daraus abgeleitet werden. Diese Ausdehnung der empirischen Basis fehlt aber bis jetzt noch gänzlich, wenn auch Götte mit seiner Entwicklung der Unke einen vortrefflichen Anfang dazu gemacht hat.

Welcher Widerstreit der Meinungen besteht aber noch, selbst innerhalb des doch nicht sehr grossen Kreises ontogenetischer Untersuchungen über Wirbelthiere, bezüglich der wichtigsten Dinge? Wie verschieden sind noch die Angaben über die Bildung des mittleren Keimblattes! Welch' verschiedene Angaben liegen über die Anlage der Chorda vor! Wie different sind die offenbar thatsächlichen Befunde bezüglich der Genese des Urnierenganges! All das lehrt, dass sogar noch Vieles zur völligen Sicherstellung der Thatsachen fehlt, und dass bis dahin bei deren Benutzung die grösste Vorsicht geboten ist, aber von einer so eminent exclusiven Verwerthung derselben, wie das Götte beansprucht, noch keine Rede sein kann. Die individuelle Entwickelungsgeschichte ist aber zweitens auch unzureichend, da sie über alle jene Verhältnisse, welche erst am differenzirten Organ geboten werden, mindere Rücksicht nimmt, denn sie beschäftigt sich wesentlich mit den sich erst differenzirenden Organen. Alle subtileren Verhältnisse, der Nervenbahnen zum Beispiel, die doch nicht so einfach als gleichgültig bei Seite gesetzt werden dürfen, sind von der Ontogenie unbeachtet geblieben. Wie diese Einrichtungen aber von grosser morphologischer Wichtigkeit sind, glaube ich in meinen Untersuchungen zur vergl. Anatomie (III. Heft) gezeigt zu haben. Aus alledem ergibt sich auch eine Unzulänglichkeit in den Beziehungen zur Phylogenie, die, wie sehr sie auch von der Ontogenie gestützt wird, doch nicht ihre exclusive

Basis da finden kann. Fast an jedem Organsystem kann erkannt werden, dass es in seiner Entstehungsgeschichte bei einem höheren Organismus zusammengezogene Zustände enthält, dass es einzelne Stadien gleichsam überspringt, die bei niederer stehenden Organismen länger dauern, und zugleich weiter auseinander liegen. Je weiter eine Einrichtung phylogenetisch zurückliegt, desto weniger kann über ihr Zustandekommen von der Ontogenie Aufschluss erhalten werden. Es ist zweifellose Thatsache, dass in dem einen Falle Organe ontogenetisch zur Differenzirung gelangen, die bei dem anderen nicht mehr erscheinen, oder nicht mehr völlig sich sondern, dass die Einrichtungen niederer Formen sich nicht in ihrer ganzen Vollständigkeit in den Anlagen höherer wieder erkennen lassen. Oder sollen die 12 Wirbel der Unke die einzigen gewesen sein, welche den Anuren auch in einem früheren urodelen nicht mehr existirenden Zustande zukamen? Oder darf dem anuren Zustande kein urodeler mit entwickelter Caudalwirbelsäule vorangegangen angenommen werden? Die Ontogenie kann also nur in einem bestimmten, für die einzelnen Fälle aber wechselnden Maasse, Richtschnur für die Phylogenie sein und auch hier ist kritisches Verfahren, wodurch jenes Maass bestimmt wird, von der grössten Wichtigkeit. Ist es in hohem Grade bedenklich, alles was sich ontogenetisch in einem Falle gegeben findet, ohne nähere Prüfung auf die Phylogenie zu beziehen, so ist es mehr als bedenklich das, was sich nicht findet, zu phylogenetischen Schlüssen zu verwerthen. In diesen Irrthum verfiel Götte, indem er alles, was er bei der Entwickelung des Kopfes der Unke fand oder nicht fand, ohne weiteres auf das bezog, was ich für die Phylogenie des Selachierkopfes aus anatomischen Thatsachen ermittelte. Götte ging dabei von der Voraussetzung aus, dass alle bei der phyletischen Entstehung des Kopfes der Selachier eine Rolle spielenden Verhältnisse sich in der Ontogenie wiederholen, ja sogar bei der Unke wiederkehren müssten. Diese Voraussetzung ist ebenso irrig, wie die darauf gebauten Schlüsse falsch sind. Bei dieser Voraussetzung ist seltsam, wie anderwärts von unserem Autor die Phylogenie angefochten, und namentlich der Satz bekämpft wird: dass die Phylogenie von der Ontogenie recapitulirt werde! Das was ihm dort Voraussetzung war, wird hier wieder bestritten!

Ich will nicht weiter verfolgen, wie Götte die Entwickelungsgeschichte als »mechanisch-causale« Momente der Formbildung enthüllend darstellt, während er in der That nur Vorgänge beschreibt, deren Ursachen nicht von ihm bestimmt werden, z. B. wenn die

Wirbelbogen zwischen die Muskelsegmente einwachsen, so ist doch das keine mechanisch-causale Erklärung der Differenz der Richtung der Bogen bei Fischen und Amphibien, wenn die Ursache als in einer anderen Anordnung der Musculatur in beiden Abtheilungen liegend angenommen, aber für das Bestehen dieser differenten Anordnung der Musculatur keine Ursache nachgewiesen wird. Dies Alles übergehend, so vielfache Angriffspuncte es mit vielem Anderen auch darbietet, muss ich nur noch die Resultate der Götte'schen Forschungsweise, und zwar wieder nur bezüglich der in diesen Bemerkungen berührten Puncte hervorheben. Sie führen überall zur Aufstellung von Besonderheiten, zu einer Specification. Wir haben verschiedene Rippen, verschiedene Sternalbildungen kennen gelernt, die ich als Species aufführte, da sie in der That als einander fremde Dinge dargestellt sind.

Zu dieser Specification von Differenzirungsproducten bildet die Voraussetzung vollständiger Gleichartigkeit der Anlagen und des Entwicklungsganges bei allen Wirbelthieren einen auffallenden Contrast. Ueber die Beziehungen jener verschiedenartigen Theile zu einander bleiben wir im Dunkel, und wenn eine Erklärung z. B. bei den sogenannten oberen und unteren Rippen der Amnioten versucht wird, geschieht das nicht auf Grund von Thatsachen, sondern von ganz willkürlichen Annahmen. Welches Verständniss erschliesst sich für den Kopf der Wirbelthiere, wenn derselbe aus vier Segmenten bestehen soll, nachdem diese doch keine wahren Segmente sind, für das Cranium, das aus vier Wirbeln zusammengesetzt sein soll, die wieder keine Wirbel sind? Wer annehmen kann, dass mit jenen vier sogenannten Segmenten ein Resultat für das Verständniss des Kopfes gewonnen sei, der übersieht gänzlich, dass damit selbst für die Unke, geschweige denn für die ganze Abtheilung der Fische, Reihen von Fragen als ebensoviele neue Probleme, nicht nur unerledigt bleiben, sondern auch ebensoviele negative Instanzen bilden, welche die Unzulänglichkeit und damit auch die Unzulässigkeit jener angeblichen aus der Ontogenie geschöpften Erklärung darthun. Werden z. B. zwei Kiemenbogen aus der Annahme eines gewissen dem Kopfe zukommenden Typus zu erklären versucht, indess diese Deutung auf die anderen Kiemenbogen schlechterdings nicht anwendbar ist, so ist damit gar nichts erklärt, denn wenn, wie selbst unser Autor zugeben muss, jene andern Kiemenbogen ebenso zum Kopfe gehören wie die ersteren, so können sie nicht einfach übergangen werden, sondern müssen dabei nothwendig auch

eine Erklärung finden. Ist diese unmöglich, und sie ist es ebenso noch für viele andere Organe, wie für die Nerven, so ergibt sich daraus das Verfehltsein des ganzen Versuches, denn es handelt sich beim Kopfe um etwas Ganzes, und wer da erklären will muss das Ganze erklären. Eine halbe Erklärung ist keine Erklärung.

Solchen vergleichend-anatomischen Ergebnissen entspricht das, was für die Untersuchung Methode sein soll. Ich meine selbstverständlich nicht die zur Gewinnung des empirischen Materials verwendete Technik, die technische Methode, sondern den Gang der wissenschaftlichen Verwerthung der aus jener gewonnenen Einzelerfahrung, die wissenschaftliche Methode. Wir begegnen hier zunächst einem auffallenden Mangel sicherer Begriffsbestimmungen, und damit fehlt es an den ersten wissenschaftlichen Fundamenten. Wie der Begriff »Sternum« gehandhabt wird, ist oben zur Genüge gezeigt worden, und kann als ein Beispiel für viele gelten. Ein zweiter Grundfehler ist die grenzenlose Willkür der Vergleichungen. Diese werden durch alle Abtheilungen der Wirbelthiere bunt durcheinander geführt, anstatt von dem innerhalb einer niederen Abtheilung durch die Vergleichung Sichergestellten auszugehen, und von da zu den höheren emporzusteigen. Bei solch' unmethodischen Vergleichungen können die Resultate nicht befremden, und es wird begreiflich wie selbst manche gute Beobachtung nicht zur Verwerthung gelangt. Wenn das Streben nach einheitlichen Gesichtspuncten zu den wesentlichsten Aufgaben wissenschaftlicher Forschung gehört, so finden wir uns fast überall da, wo im Anschlusse an die Entwicklung der Unke »die vergleichend morphologische Grundlage« gelegt werden soll, weit von jenem Ziele entfernt. Wir sehen also die vergleichend-anatomischen Abschnitte des Werkes zu den embryographischen in lebhaftem Gegensatze stehen, und werden auch nicht behaupten können, dass die mit vieler Prätension geäusserten, absprechenden Urtheile in der grossen Bescheidenheit des kundgegebenen Maasses anatomischer Kenntnisse eine richtige Compensation finden. Das Alles aber wird dem nicht wunderbar erscheinen, welcher sich der Einsicht nicht verschliesst, dass die Erwerbung technischer Fertigkeiten und in Folge dessen die Herstellung und bildliche Darstellung von Präparaten, sowie deren sorgfältige Beschreibung etwas ganz anderes ist, als combinatorisches auf einen grösseren Erfahrungskreis sich stützendes, von wissenschaftlicher Methode geleitetes Urtheil, und dass Ersteres, wie es die Anwendung des Letzteren auch fördern mag, doch keineswegs dasselbe nothwendig in sich begreift.

Beiträge zur Kenntniss der Bildung, Befruchtung und Theilung des thierischen Eies.

Von

Dr. Oscar Hertwig.

Mit Tafel X—XIII.

Einleitung.

Seitdem durch die Bemühungen SCHULTZE's und anderer Forscher das Protoplasma als der Stoff, welcher die Lebenserscheinungen der Zelle und die Gewebebildung vermittelt, erkannt worden ist, wandte sich die Forschung vorwiegend zu dem so interessanten Studium der vitalen Vorgänge im Protoplasma und zu der Erforschung seiner Umbildungsproducte, auf deren Verschiedenartigkeit die vielgestaltige gewebliche Differenzirung der höheren Organismen beruht. Dagegen trat in gleichem Maass das Studium des Zellkerns, welchem SCHWANN bei der Zellbildung eine so wichtige Rolle zuertheilt hatte, mehr in den Hintergrund. Ueber den Bau des Kerns bildete sich eine schematische Vorstellung heraus, welche keineswegs überall den wirklichen Verhältnissen entsprach; über die functionelle Bedeutung desselben blieben die Ansichten der Forscher unsicher und getheilt; während ein Theil den Kern als ein Gebilde von untergeordnetem Werth betrachtete, legte ein anderer Theil ihm eine hohe Bedeutung im Zellenleben bei.

So ist es gekommen, dass wir in den letzten Jahrzehnten zwar mit vielen Feinheiten in der Structur der histologischen Elementarorganismen bekannt geworden sind, dagegen über den Bau und die Functionen des Kerns nach wie vor nur lückenhafte Kenntnisse und mehr oder weniger unbestimmte Vorstellungen besitzen.

Es ist das Verdienst Auerbach's durch eine Reihe planvoll unternommener Untersuchungen [1]) die Aufmerksamkeit und das Interesse der Forscher wieder auf den Kern der Zelle gelenkt zu haben. In seinen organologischen Studien ist zum ersten Male zur Lösung der Kernfrage ein ausgedehntes Material gesammelt und unter allgemeine Gesichtspuncte angeordnet, sind die Angaben früherer Forscher controlirt und Lücken durch systematisch angestellte Beobachtungsreihen ausgefüllt worden. So hat Auerbach für die Weiterforschung eine gute Grundlage geschaffen, zugleich aber auch gezeigt, wie viel auf dem in Angriff genommenen Gebiete noch zu leisten ist und wie viele Räthsel hier noch der Lösung harren.

Auerbach's Untersuchungen haben auch zu der vorliegenden Arbeit den Anstoss gegeben. Namentlich das zuletzt erschienene zweite Heft veranlasste mich einen mehrmonatlichen Aufenthalt am Meere zum Studium des Zellkerns zu benutzen und die Theilungsvorgänge am thierischen Ei zu untersuchen.

Für meine Zwecke fand ich ein ganz vorzügliches Object in den Eiern der Seeigel und zwar des am Mittelmeer überall gemeinen Toxopneustes lividus. Abgesehen von dem Umstande, dass es leicht ist, täglich frisches, reichliches Material zu erhalten, lässt sich bei den Seeigeln die künstliche Befruchtung ohne jede Schwierigkeit ausführen; die Entwicklung geht leicht und rasch von Statten, die Eier sind relativ klein und durchsichtig; die beträchtliche Menge, die man von einem einzigen Individuum erhalten kann, erleichtert sehr die Anwendung von Reagentien, Vortheile, die bei der Beobachtung sehr zu Statten kommen.

Anfangs beabsichtigte ich, die Untersuchungen über eine grössere Anzahl von Thierclassen auszudehnen, stand aber später von diesem Vorhaben ab, da zu einem solchen die Zeit zu beschränkt war und ich es für förderlicher hielt, das eine Object, zumal es ein sehr geeignetes war, eingehend zu untersuchen, als mich durch Beschäftigung mit mehreren Objecten zu zersplittern. Es bilden daher die Beobachtungen am Ei des Toxopneustes lividus die Grundlage zu dieser Arbeit, und schliessen sich an dieselben einige bei anderen Thieren mehr gelegentlich vorgenommene Untersuchungen an.

Als ich die Befruchtungsvorgänge und die Eifurchung zu ver-

[1]) Auerbach. Organologische Studien. Erstes und zweites Heft. Zur Characteristik und Lebensgeschichte der Zellkerne. Breslau 1874.

folgen begonnen hatte, sah ich ein, dass wenn die Untersuchung nicht eine wesentliche Lücke besitzen solle, sie nicht erst vom reifen befruchtungsfähigen Ei ausgehen dürfe. Zeigt doch dasselbe sehr wesentliche Verschiedenheiten vom unreifen Eierstocksei. Ich nahm daher das letztere zum Ausgangspunct, indem ich zunächst die Frage, wie aus dem unreifen Eierstocksei das reife Ei sich entwickelt, zu lösen versuchte.

Es zerfallen demnach die am Ei des Toxopneustes lividus angestellten Beobachtungen in drei Abschnitte. Der erste Abschnitt umfasst den Bau des Eierstockseies und die Umwandlung desselben in das reife befruchtungsfähige Ei, der zweite die Befruchtungsvorgänge, der dritte die Eifurchung.

I. Abschnitt.

Das Eierstocksei und die Umwandlung desselben in das reife befruchtungsfähige Ei.

Die der Reife entgegengehenden, aus dem Ovarium isolirten, kugligen Eier bestehen aus Dottermasse mit Keimbläschen und einer breiten Gallerthülle um dieselbe (Fig 1.)

Die Dottermasse ist eine homogene Eiweisssubstanz, welcher kleine runde die Durchsichtigkeit des Eies wenig beeinträchtigende Dotterkügelchen und Körnchen eingelagert sind. Ausser denselben enthält sie noch eine sehr geringe Menge eines feinkörnigen röthlichbräunlichen Pigmentes, welches dem Ovarium und den Eiern, wenn sie in grösserer Anzahl zusammenliegen, eine rosenrothe Färbung verleiht.

Das in der Mitte des Dotters gelegene Keimbläschen ist von ansehnlicher Grösse, indem es einen Durchmesser von 53 μ erreicht; es besitzt eine Kernmembran, einen wasserhellen Inhalt und in demselben eingebettet das wichtigste Formelement des Kerns, den meist einfachen Keimfleck.

Die Kernmembran ist deutlich doppelt contourirt und sowohl vom umgebenden Protoplasma als dem Inhalt des Keimbläschens scharf gesondert. Mit Auerbach betrachte ich dieselbe als ein

Differenzirungsproduct des angrenzenden Protoplasma, »als ein accidentelles Gebilde des Kerns«[1].

Der Inhalt des Keimbläschens ist wasserhell, von einem zähflüssigen Aggregatzustand und imbibirt sich in Carmin nur sehr gering.

Der fast vollkommen kugelrunde Keimfleck oder Nucleolus erreicht die constante Grösse von 13 μ, liegt selten central sondern mehr der Peripherie des Keimbläschens genähert und unterscheidet sich scharf von dessen übrigem Inhalt. Er besteht aus einer gleichartigen, compacten, eiweissartigen Substanz von mattgrauem Glanz und zeichnet sich besonders durch sein Verhalten gegen Carmin aus, in dessen verschiedenen Mischungen er sich intensiv rubinroth imbibirt. Auch in Osmiumsäure schwärzt er sich relativ stärker als die übrigen Substanzen des Eies. Ausserdem besitzt er noch zwei weitere wichtige Eigenschaften, die zuerst Auerbach in ihrer Bedeutung hervorgehoben hat, nämlich die Fähigkeit, Vacuolen in seinem Innern zu erzeugen und seine Gestalt amöbenartig zu verändern[2]. An dem von mir untersuchten Objecte fand ich bald eine grössere, bald mehrere kleinere Vacuolen, welche je nach der tieferen oder höheren Einstellung des Mikroskops als hellere oder dunklere Flecke erscheinen. Amöboide Formveränderungen habe ich am Keimflecke der Seeigeleier nicht wahrnehmen können, dagegen beschreibt Auerbach solche von den grossen Nucleoli der Zellen der Muscidenlarven[3], und ebenso habe ich sie an den Keimflecken der Froscheier und an dem einfachen Keimfleck des Eierstockseies von Pterotrachea beobachtet.

Es wird sich im Folgenden zweckmässig erweisen, den beiden eben characterisirten Inhaltsbestandtheilen des Keimbläschens oder allgemeiner gesagt, jedes in gleicher Weise differenzirten Kerns besondere Namen beizulegen und werde ich von hier ab, die vornämlich durch ihr Verhalten gegen Carmin ausgezeichnete Masse des Nucleolus oder des Keimflecks (die Nucleolarsubstanz Auerbach's)

[1] Auerbach. Organologische Studien. Heft I. pag. 165.

[2] Auerbach. l. c. Heft I. pag. 167—168.

[3] Auerbach. l. c. Heft 2. pag. 240. Heft 1. pag. 168. Hier sind Beobachtungen von Metschnikoff (Virchow's Archiv Bd. XLI.), Balbiani (Keferstein, Jahresber. f. 1865 in Zeitschr. f. rat. Med. XXVII. pag. 144.) und La Valette (M. Schultze's Archiv Bd. II.) citirt, welche den Keimfleck Form- und Ortsveränderungen haben ausführen sehen.

als Kernsubstanz, dagegen den übrigen bald mehr gallertartigen, bald mehr flüssigen Inhalt des Kerns als Kernsaft bezeichnen. Es sind diese Ausdrücke hie und da auch schon von anderen Forschern gebraucht worden.

Ausser dem in den meisten Eizellen allein vorkommenden 13 μ grossen Nucleolus beobachtet man in einzelnen Eiern neben ihm noch zwei bis drei kleinere aus Kernsubstanz bestehende runde Kügelchen (Nebenkeimflecke, Nebennucleoli). Den Untersuchungen Auerbach's zufolge werden wir sie uns durch Abspaltung von dem grösseren Keimfleck entstanden denken müssen.

Ein weiteres bis jetzt meist übersehenes Formelement des Keimbläschens (Fig. 1) sind feine blasse Fäden, die netzförmig durchflochten von einer Wand zur andern, wie die Protoplasmafäden in einer Pflanzenzelle sich ausspannen. Man kann sie sowohl im frischen Zustand als auch an mit Reagentien behandelten Eiern wahrnehmen. Die Fäden bestehen aus einer homogenen Grundsubstanz, welcher kleine Körnchen eingebettet sind. Am dichtesten liegen sie um den Nucleolus herum, wo sie auch membranartig sich ausbreiten. Von hier strahlen sie unter einander anastomosirend nach der Wand des Keimbläschens aus, auf welcher sie einen zarten Beleg zu bilden scheinen. Aus dem Dotter herausgepresst gleicht daher ein Keimbläschen vollständig einer Pflanzenzelle.

Dass in der Flüssigkeit des Keimbläschens ausser dem Nucleolus auch noch körnige Theile vorkommen, wird öfters erwähnt, dagegen finde ich die hier mitgetheilte Bildung nur am Ei der Hydra durch Kleinenberg[1] beschrieben. Nach demselben soll das Keimbläschen auf einem frühen Stadium einen gleichmässig verbreiteten granulirten Inhalt mit Keimfleck besitzen; später soll dagegen in seiner Innenmasse eine Sonderung sich vollziehen. — »Der grössere Theil der Innenmasse,« schreibt Kleinenberg, »zieht sich von der Membran zurück und sammelt sich als ein dichter Klumpen um den Keimfleck an, während auf der Membran nur ein dicht anliegender äusserst dünner, aber ununterbrochener Ueberzug der plasmoiden Masse nachbleibt. Der Zwischenraum ist von wasserklarer Flüssigkeit erfüllt, jedoch steht die Wandschicht vermittelst zahlreicher zarter Fäden, welche den Flüssigkeitsraum durchsetzen, mit der Anhäufung um den Keimfleck in Verbindung. In diesem Zustande hat das Keimbläschen eine frappante Aehnlichkeit mit

[1] Kleinenberg. Hydra. pag 41.

vielen Pflanzenzellen oder jenen Zellen, die HAECKEL als Knorpel der Medusen und LIEBERKÜHN aus der Chorda des Frosches beschrieben haben.«

Ueberzeugt, dass diese Bildung auch bei anderen thierischen Eiern sich würde nachweisen lassen, untersuchte ich Eier aus dem Ovarium einer Maus, nachdem dasselbe einen Tag in Jodserum gelegen hatte, und fand ich mich in meiner Erwartung nicht getäuscht. Das central gelegene Keimbläschen (Fig. 9) ist mässig gross und von einer zarten Membran umgeben. In seinem wasserklaren Inhalt finde ich einen runden grossen Nucleolus und zuweilen neben ihm noch ein bis zwei kleinere ähnlich beschaffene Kügelchen. Wie im Keimbläschen der Seeigeleier liegt der Nucleolus in einem Netzwerk spärlicher Fäden, welche die wasserklare Flüssigkeit durchsetzen, hauptsächlich vom Keimfleck ausstrahlen und an die Keimbläschenwand sich anheften, sich hie und da gablig theilen und untereinander verbinden. Sie bestehen wie dort aus einer homogenen Substanz mit eingelagerten glänzenden Körnchen[1]).

Bei Berücksichtigung aller hier angeführten Structureigenthümlichkeiten wird man es wohl gerechtfertigt finden, wenn ich das Keimbläschen als ein hoch differenzirtes Kerngebilde bezeichne.

Das unreife Eierstocksei ist von einer Hülle umgeben, welche uns jetzt noch näher zu betrachten bleibt. Dieselbe besteht aus einer zarten Gallerte, welche von zahlreichen feinen radiären Streifen durchsetzt ist. Die Streifen sind der Ausdruck feiner Canälchen, durch deren Vermittlung die Ernährung des Eies sich vollzieht. Es liegt mithin hier dieselbe Bildung vor, welche von JOH. MÜLLER[2]) am Holothurienei beschrieben worden ist, dagegen konnte ich eine Mikropyle, welche bei den Holothurien so leicht wahrzunehmen ist, bei den Seeigeln in der Hülle nicht auffinden.

Von dem hier geschilderten unreifen Eierstocksei weicht das in den Oviduct übertretende reife Ei sowohl in der Beschaffenheit seines Inhalts als auch in der Bildung seiner Hüllen wesentlich ab (Fig. 2).

Das Keimbläschen ist spurlos verschwunden und besteht daher das Ei ausschliesslich aus der körnchenführenden Dottermasse, von einer kleinen hellen Stelle abgesehen, die früher nicht vorhanden

---

[1]) Ganz neuerdings hat auch FLEMMING in seinen »Studien in der Entwicklungsgeschichte der Najaden« ein Netzwerk von protoplasmatischen Fäden im Keimbläschen von Unio beschrieben.

[2]) JOHANNES MÜLLER. Archiv f. Anat. u. Phys. 1854.

gewesen war. Der helle Fleck, dessen Beschaffenheit jetzt zu untersuchen ist, leuchtet meist mit Deutlichkeit aus dem dunkleren Dotter hervor, bald liegt er central, bald mehr der Peripherie des Eies genähert. Er ist kugelförmig und zeigt constant die Grösse von 13 μ. Beim Zerdrücken des Eies behält er seine runde Form bei, selbst dann wenn er mit der Dottermasse aus der Eihülle ausfliesst. Gleichwohl ist er von keiner besondern Membran umgeben, wie denn auch die Dotterkörnchen unmittelbar seine Umgrenzung bilden. Es lässt sich hieraus schliessen, dass der helle kugelförmige Körper aus einer von der Grundmasse des Dotters verschiedenen, ziemlich festen, homogenen Substanz besteht. Dieselbe zeigt noch ausserdem einige chemische Eigenschaften, durch welche sie sich von allen übrigen Eibestandtheilen unterscheidet. So gerinnt die Substanz gleichmässig in Osmiumsäure und hat sich nach einiger Zeit intensiver als die Dottermasse geschwärzt. In Beale'schem Carmin färbt sie sich gleichmässig rubinroth. Chromsäure und Essigsäure bewirken eine etwas ungleichmässige Gerinnung, und kann man jetzt an dem kugligen Gebilde eine körnige Rindenschicht und in dieser eingeschlossen einzelne geronnene Flecke unterscheiden. Wie schon aus diesen Reactionen, noch deutlicher aber aus dem weiteren Verhalten bei der Eifurchung hervorgehen wird, ist der helle Fleck der Kern des reifen befruchtungsfähigen Eies. Ich will ihn zur Unterscheidung vom Kern des unreifen Eies, für welchen ich den einmal eingeführten Namen Keimbläschen beibehalte, kurzweg als Eikern bezeichnen.

Nicht minder deutlich wahrnehmbare Veränderungen sind in den Eihüllen eingetreten (Fig. 2). Eine doppelt contourirte, ziemlich derbe Membran umgibt in einiger Entfernung den Dotter. Der Zwischenraum wird durch eine dünne Gallerte ausgefüllt, die wasserklar ist, aber in Osmiumsäure sich etwas bräunt und dann kenntlich wird. Nach aussen von der Membran findet sich noch, obwohl nicht constant an allen Eiern, eine dünne vollkommen durchsichtige Schleimschicht, welche schon von Derbès beschrieben worden ist[1]. Man nimmt sie wahr, wenn man die Eier unter dem Mikroskop in eine gefärbte Flüssigkeit bringt, dieselbe bleibt dann durch eine farblose Zone von der Membran des Eies getrennt. Bei der Befruchtung haften die Spermatozoen in dieser Schleimhülle.

---

[1] Derbès. Formation de l'embryon chez l'oursin comestible. Annales des sciences nat. Serie III. B. VII. 1847.

Bei einem Vergleich des unreifen mit dem reifen Ei drängt sich einem Jeden naturgemäss die Frage auf, wie ist das letztere aus dem ersteren entstanden, durch welche Veränderungen ist der Schwund des Keimbläschens herbeigeführt und in welcher Weise ist der spätere Eikern gebildet worden. Gestützt auf eine grössere Anzahl von Beobachtungen will ich diese Fragen zu beantworten versuchen.

Die Umwandlung des Eies erfolgt bei den Seeigeln schon in den Ovarien, und muss man daher zur Untersuchung aus ihnen die Eier entnehmen. Auf der Höhe der geschlechtlichen Entwicklung sind die Ovarien ungemein vergrössert, von rosenrother Farbe, und leicht zu verletzen, so dass schon bei einem geringen Druck mit dem Finger einzelne Drüsenbläschen platzen und ihren Inhalt ausfliessen lassen. Wenn man diese in einer zähen Flüssigkeit eingebetteten Eimassen unter dem Mikroskop untersucht, so erhält man fast nur reife, selten aber unreife Eierstockseier und Uebergangsstadien zu sehen. Man wird daher am besten die Zeit, wo die Geschlechtsproducte zu reifen beginnen, zur Untersuchung benutzen. Da dieser Moment, als ich meine Beobachtungen anfing, bereits verstrichen war, suchte ich mir auf zweierlei Weise zu helfen. Einmal benutzte ich sehr junge, kleine Thiere, bei denen, wie ich fand, die Reife der Eier etwas später erfolgt, und zweitens untersuchte ich die Ovarien grösserer Thiere, wenn sie ihren Inhalt reifer Eier entleert hatten, was immer vollständig eintritt, wenn man die Seeigel einige Zeit in einem Gefäss mit Meerwasser aufbewahrt hält. Die an Grösse um ein mehrfaches reducirten Eierstöcke besitzen jetzt eine schmutzig bräunlich rothe Färbung; sie fühlen sich weit derber und fester an und vertragen selbst einen stärkeren Druck ohne zu platzen.

Zur Untersuchung in frischem Zustande zerzupfte ich entweder ein Stück Ovarium auf dem Objectträger oder strich auf demselben die aus der Schnittfläche des Eierstocks hervorquellende Eimasse ab. Die nöthige indifferente Flüssigkeit lieferte der im Ovarium enthaltene Gewebssaft. An günstigen Präparaten wird man immer zwischen einer grösseren Anzahl unreifer und reifer Eier auch eine kleinere Anzahl Uebergangsstadien auffinden, wie ich sie in den Figuren 3—6 wiedergegeben habe.

Als häufigstes Uebergangsbild erblickt man Eier, wo das Keimbläschen im Centrum fehlt, anstatt dessen aber die Oberfläche des Dotters an einer Stelle uhrglasförmig vertieft und von einem kugligen oder linsenförmig abgeplatteten glashellen Körper ausgefüllt ist.

(Fig. 4 u. Fig. 6.) An diesem konnte ich eine besondere Membran nicht wahrnehmen. Sein Inhalt besteht aus einem dünnflüssigen Safte, in welchem ausser feinen punctförmigen Körnchen eine Anzahl kleiner unregelmässig gestalteter Körper eingebettet sind. Letztere können im frischen Zustande leicht mit Keimflecken verwechselt werden, unterscheiden sich aber von diesen schon dadurch, dass sie sich in Carmin gar nicht imbibiren, mithin auch nicht aus Kernsubstanz gebildet sind. In einigen Fällen fand ich ausserdem noch in dem linsenförmigen Körper ein rundes Gebilde von der Beschaffenheit und Grösse des Keimflecks. Dasselbe lag unmittelbar der Dotteroberfläche an und färbte sich in Carmin dunkelroth (Fig. 6). In anderen Objecten, wo dieser Keimfleck fehlte (Fig. 4), enthielt der Dotter stets schon den bleibenden Eikern. Derselbe lag in der Regel in der Nähe des der Eioberfläche eingesenkten hellen Körpers. In allen von mir untersuchten in der Umwandlung begriffenen Eiern schlossen sich der Keimfleck und der Eikern in ihrem Vorkommen gegenseitig aus. War der Keimfleck im linsenförmigen Körper bemerkbar, dann vermisste man den Eikern und umgekehrt. Dagegen fehlten beide nie gleichzeitig in irgend einem Ei.

An anderen Uebergangsobjecten sieht man an Stelle des beschriebenen kugligen Körpers eine gleichbeschaffene flache Scheibe der Dotteroberfläche aufliegen und durch ihren hellen Inhalt deutlich von derselben sich abgrenzen. Auch kömmt es nicht selten vor, dass die Scheibe in zwei Stücke zerfallen ist und dass dann, wie es meist der Fall ist, neben einer grösseren noch eine kleinere Scheibe angetroffen wird. Figur 3 gibt eine Ansicht des scheibenförmigen Körpers von oben, Figur 5 eine Ansicht von der Seite. Der Keimfleck fehlt in diesen Objecten, dagegen ist stets der Eikern in der Nähe der Scheibe vorhanden.

Wenn wir an die Deutung der mitgetheilten Befunde gehen, so unterliegt es wohl keinem Zweifel, dass der helle verschieden geformte Körper auf der Oberfläche des Dotters das veränderte und in Rückbildung begriffene Keimbläschen ist. Denn die angewandte Untersuchungsmethode in frischem Zustande und der Umstand, dass in Flüssigkeiten conservirte Eier gleiche Veränderungen zeigten, bürgt uns dafür, dass wir in den beschriebenen Bildern keine Kunstproducte vor uns gehabt haben. Bei der Reife des Eies hat demnach das Keimbläschen beträchtliche Veränderungen sowohl in seiner Lage, als auch besonders in seiner Textur erlitten. Was zunächst

seine Lage anbetrifft, so ist es aus der Mitte an die Oberfläche des Dotters gerückt. Hier liegt es als ein linsenförmig gestalteter Körper in einer tiefen Grube, späterhin plattet es sich immer mehr ab und bildet schliesslich eine flache Scheibe auf dem Dotter, der allmälig seine kugelförmige Oberfläche wieder angenommen hat, dadurch dass die Grube mehr und mehr verstrichen und endlich ganz ausgeglichen worden ist. Bei der stattfindenden Lageveränderung kann das Keimbläschen in zwei, vielleicht auch in noch mehrere Theile getrennt werden. Alle diese Vorgänge werden offenbar durch Contractionen des Protoplasma herbeigeführt. Auch liess sich öfters bei Untersuchung frischer Objecte die Wahrnehmung machen, dass ein in einer tiefen Grube gelegenes Keimbläschen plötzlich über die Oberfläche des Eies buckelförmig hervorgetrieben wurde, indem der Dotter hierbei seine Contouren veränderte. In einem Falle sah ich, wie ein in Umwandlung begriffenes und oberflächlich gelegenes Keimbläschen an einer Stelle eingeschnürt und schliesslich in zwei Stücke zerlegt wurde, von welchen das grössere auf die Dotteroberfläche austrat, während das kleinere noch vom Protoplasma umschlossen blieb.

Die Texturveränderungen, welche das Keimbläschen während dieser Lageveränderungen erleidet, sind jedenfalls Erscheinungen einer regressiven Metamorphose. Hierbei wird seine Membran wahrscheinlich vom Protoplasma, von welchem sie nach meiner Meinung ursprünglich gebildet worden ist, auch wieder aufgelöst. Ferner zerfällt der Kernsaft, die früher gleichmässige dünnflüssige Gallerte, in einzelne fettig glänzende Körperchen und in die dunkleren Körnchen. Da ich an reifen Eiern zwischen Dotter und Eimembran nie Gebilde vorgefunden habe, die ich für Reste des Keimbläschens in Anspruch nehmen könnte, so lässt sich vermuthen, dass alle Bestandtheile nach ihrem Zerfall und völliger Auflösung in den Dotter wieder aufgenommen werden.

Das Schicksal des Keimflecks ist bei dieser Schilderung bis jetzt ganz unberücksichtigt geblieben. Es ist aber die Frage nach dem Verbleib desselben von hoher principieller Bedeutung und verlangt dieselbe daher an dieser Stelle eine eingehende Besprechung. Wie gesagt, habe ich an keinem der von mir untersuchten Objecte irgend eine Veränderung am Keimflecke wahrgenommen. In allen Fällen, wo er vorhanden war, färbte er sich mit gleicher Intensität wie früher in Carmin, zeigte er dieselbe Grösse, dieselbe Form und Beschaffenheit. Wo er fehlte, war er spurlos verschwunden. Für

die Annahme, dass der Keimfleck, wie das Keimbläschen zerfällt, lässt sich daher keine directe Beobachtung anführen. Dagegen muss es in hohem Grade auffallend erscheinen, dass an allen Eiern, wo der Keimfleck vermisst wird, stets der Eikern vorhanden ist, und lässt sich daher die Vermuthung aufstellen, dass beide identische Bildungen sind, dass der Eikern der aus dem Keimbläschen frei gewordene oder ausgewanderte Keimfleck ist.

Für diese Annahme lassen sich nun auch in der That eine nicht geringe Anzahl von triftigen Gründen geltend machen. Eikern und Keimfleck sind von gleicher Grösse (13 μ), beide sind membranlos, beide bestehen aus einer ziemlich festen homogenen Substanz, beide färben sich intensiv in Carmin und schwärzen sich in Osmiumsäure. Wie vom Keimfleck nicht sein Verschwinden, so konnte vom Eikern nicht eine Neubildung beobachtet werden. Beide Körper sind nie gleichzeitig in einem Ei vorhanden, wie auch beide nie gleichzeitig fehlen. Bei seinem Erscheinen liegt der Eikern in der Nähe des metamorphosirten Keimbläschens, vor seinem Verschwinden berührt der Keimfleck unmittelbar die Dotteroberfläche. Der Umstand, dass der Keimfleck im Keimbläschen als ein dunkler Körper, der Eikern dagegen im Dotter als ein ganz helles Bläschen erscheint, lässt sich leicht durch den Contrast zur umgebenden Substanz erklären, da der Keimfleck in dem wasserhellen Kernsaft, der Eikern dagegen in dem dunkleren Dotter liegt. Ebenso kann die Lageveränderung, welche der Keimfleck, um zum Eikern zu werden, erfahren müsste, keinen Grund gegen die Annahme einer Identität beider Gebilde abgeben. Denn nach den Beobachtungen Metschnikoff's, Balbiani's, La Valette's, Auerbach's und anderer Forscher kann ja der Keimfleck amöboide Bewegungen ausführen und seine Lage verändern.

Bei Abwägung aller dieser Verhältnisse kann zwar die Möglichkeit, dass der Keimfleck sich auflöst und der Eikern neu entsteht, solange nicht der directe Uebergang des ersteren in den letzteren beobachtet ist, nicht ganz von der Hand gewiesen werden: immerhin aber wird die Annahme, dass der Keimfleck zum Eikern wird, als die am meisten begründete Erklärung gelten müssen.

Für den ersten Abschnitt dieser Beobachtungen ergibt sich mithin folgendes Gesammtergebniss: Zur Reifezeit des Eies erleidet das Keimbläschen eine regressive Metamorphose und wird durch Contractionen des Protoplasma an

die Dotteroberfläche getrieben. Seine Membran löst sich auf, sein Inhalt zerfällt und wird zuletzt vom Dotter wieder resorbirt, der Keimfleck aber scheint unverändert erhalten zu bleiben, in die Dottermasse selbst hineinzugelangen und zum bleibenden Kern des reifen befruchtungsfähigen Eies zu werden.

Literaturangaben. Ueber den in diesem Abschnitt behandelten Gegenstand, über das Schicksal des Keimbläschens und über die Herkunft des Kerns der ersten Furchungskugel liegt ein sehr reiches Beobachtungsmaterial vor, welches alle Thierclassen umfasst. Ein Studium derselben zeigt, wie die einzelnen Forscher in ihren Angaben und Deutungen in vielfacher Weise auseinandergehen und wie selbst über Puncte von hervorragend theoretischer Bedeutung ein allgemeines Ergebniss noch nicht zu gewinnen ist.

Im Folgenden werde ich eine gedrängte Zusammenstellung der einschlägigen Beobachtungen und der von verschiedenen Seiten geäusserten Ansichten geben, eine Zusammenstellung, welche bei dem Umfang unserer embryologischen Literatur durchaus keine vollständige sein kann.

Wenn es für derartige Darstellungen gewöhnlich richtig ist, die historische Aufeinanderfolge der Untersuchungen einzuhalten, so schien es mir dagegen im vorliegenden Falle geboten, von dieser Regel abzuweichen, und zwar aus dem einfachen Grunde, weil in den mitzutheilenden Beobachtungen keine Continuität herrscht, so dass ich eine Menge zusammenhangsloser und sich widersprechender Einzelheiten in ermüdender und verwirrender Aufeinanderfolge dem Leser vorführen müsste. Die meisten Forscher haben eben nur den an einem einzelnen Objecte gewonnenen Befund mitgetheilt, eine Verknüpfung desselben mit früheren Angaben oder mit allgemeinen theoretischen Auffassungen dagegen gewöhnlich nicht versucht. So ist es denn gekommen, dass man von einer geschichtlichen Entwicklung des uns hier beschäftigenden Gegenstandes kaum reden kann. Diese Erscheinung erklärt sich wohl besonders aus zwei Ursachen: einmal daraus, dass die meisten dieser Beobachtungen bei Gelegenheit grösserer entwicklungsgeschichtlicher Arbeiten gemacht worden sind und daher nur nebenbei Berücksichtigung gefunden haben, ferner erklärt es sich aber auch aus der ganzen Forschungsrichtung der früheren Jahr-

zehnte. Wie bei jeder jungen Wissenschaft, so hat man auch in der Anatomie der Elementarorganismen schon Befriedigung in der Beobachtung selbst, in der Entdeckung neuer Thatsachen gefunden, und war das Bedürfniss, sie stets unter allgemeinere Gesichtspuncte zu gruppiren, naturgemäss ein minder reges gewesen.

Wenn aus den erörterten Gründen die mitzutheilenden Beobachtungen sich nicht nach ihrer geschichtlichen Aufeinanderfolge in einen Zusammenhang bringen lassen, so können sie dagegen nach ihrem Inhalt leicht unter allgemeinere Gesichtspuncte übersichtlich angeordnet werden.

Bei der Untersuchung der Umwandlung des Eierstockseies in das reife befruchtungsfähige Ei handelt es sich hauptsächlich um die Feststellung der Thatsache, ob zwischen dem Keimbläschen und dem Kern der ersten Furchungskugel ein morphologischer Zusammenhang besteht oder ob ein solcher fehlt. Ein morphologischer Zusammenhang würde bestehen, wenn das Keimbläschen entweder als Ganzes oder ein Theil desselben, wie der Keimfleck zum Eikern würde; dagegen würde der morphologische Zusammenhang fehlen, wenn das Keimbläschen in toto einer Auflösung verfiele. Es lassen sich hiernach die Beobachtungen, je nachdem sie für den einen oder andern Fall sprechen, in drei Gruppen sondern und werde ich zunächst diejenigen anführen, nach denen das Keimbläschen in toto untergehen soll.

1. Angaben über Schwund des Keimbläschens und Neuentstehung des Eikerns.

Die ersten und zugleich auch die zahlreichsten Beobachtungen über Verschwinden des Keimbläschens sind an den Eiern der Wirbelthiere gemacht worden. Schon im Jahre 1825 fand Purkinje[1], der Entdecker des Keimbläschens im Hühnerei, dass dieses in Eiern, welche dem Oviduct entnommen wurden, verschwunden sei, und schloss daraus, dass es durch die Contractionen des Eileiters zersprengt und sein Inhalt (eine lympha generatrix) mit dem Keim vermischt werde. Daher der Name vesicula germinativa.

Die Angaben Purkinje's wurden bald darauf bestätigt und erweitert durch Untersuchungen von C. E. v. Baer, welche an

[1]) Purkinje. Symbolae ad ovi avium historiam ante incubationem. Referirt nach den von Oellacher wörtlich citirten Stellen (Schultze's Archiv. Bd. VIII).

Fisch-[1], Amphibien-, Reptilien- und Vogeleiern[2] angestellt worden waren. Er beschreibt schon, wie am unreifen Ei das Keimbläschen central liegt, später durch den Dotter hindurch gegen die Oberfläche wandert und endlich bei völliger Reife verschwindet. Er erwähnt, dass das Schwinden auch ohne Befruchtung erfolgt und nicht durch Contractionen des Oviducts herbeigeführt wird, sondern mit der Reife des Eies in Zusammenhang steht.

Die genauesten Untersuchungen über diesen Gegenstand haben Oellacher[3] und Goette[4] angestellt, indem sie Schnitte durch erhärtete Eier anfertigten. Als Hauptresultat seiner Arbeit hebt Oellacher besonders hervor, dass in keinem Wirbelthierei das Keimbläschen in genetischer Beziehung zu den Kernen der ersten Furchungskugeln stehe, dass dieselben vielmehr ganz unabhängig von ihm sich neu bilden.

Aehnliche Beobachtungen sind auch in allen übrigen Thierclassen gemacht worden und will ich die wichtigsten derselben hier kurz anführen.

Eine sehr ausführliche Beschreibung von der Rückbildung des Keimbläschens im Hydra-Ei liefert Kleinenberg[5]. Dieselbe werde ich dem Wortlaut nach wiedergeben, da es die einzige an einer so tief stehenden Thierclasse genauer angestellte Untersuchung ist.

»Zu der Zeit ungefähr, wenn im Ei die Pseudozellenbildung beendigt ist, tritt eine rückgängige Metamorphose des Keimflecks ein, er verliert seinen kreisförmigen Umfang und wird unregelmässig eckig, seine Substanz erscheint wie geronnen, dann zerfällt sie in kleine Stückchen und diese werden, wie ich glaube annehmen zu dürfen, aufgelöst. Das Keimbläschen selbst, das, so lange das Ei den flachen amöbiformen Körper bildete, im Centrum desselben lag, wird mit der Abrundung des Eikörpers excentrisch gegen den nach aussen gerichteten Pol gedrängt, wo es dicht an der Oberfläche nur von einer ganz dünnen Plasmaschicht überzogen liegt. Hier beginnt nun auch seine Rückbildung, die in völligen Schwund ausläuft. Der

---

[1] C. E. v. Baer. Untersuchungen über die Entwicklungsgeschichte der Fische. 1835. pag. 4 und 9.

[2] C. E. v. Baer. Ueber die Entwicklungsgeschichte der Thiere. Bd. II. pag. 27—28. pag. 157. 158.

[3] Oellacher. Beiträge zur Geschichte des Keimbläschens im Wirbelthierei. Archiv f. mikrosk Anat. B. VIII. pag. 1—25.

[4] Goette. Entwicklungsgeschichte der Unke.

[5] Kleinenberg. Hydra. Leipzig 1872.

körnige Inhalt verflüssigt sich mehr und mehr, zugleich tritt ein Theil desselben durch die Membran aus, denn diese, die bisher prall gespannt war, sinkt zu einem meist eiförmigen Schlauch zusammen, dessen Wandung verdickt und stellenweise gefaltet ist. Die noch übrig gebliebene compacte Innenmasse löst sich darauf in einzelne glänzende Körper auf von rundlicher oder eckiger Form und sehr verschiedener Grösse, zwischen denen hin und wieder Tröpfchen eines flüssigen Fettes zerstreut sind. Die festen Partikel liessen sich in Kalilauge leicht auflösen, dagegen konnte ich ihre Löslichkeit in Aether nicht mit Sicherheit feststellen. Ich bin sehr geneigt, die fraglichen Körper für Fett oder doch für jene eigenthümliche Modification eiweisshaltiger Stoffe, welche wir als sicheren Vorläufer der Verfettung aus so vielen pathologisch veränderten Geweben kennen, zu erklären, und demgemäss den Schwund des Keimbläschens auf eine fettige Degeneration zurückzuführen. Einmal glaube ich in diesem Stadium eine Oeffnung in der Membran gesehen zu haben; wenn dies ein normaler Befund ist, wäre es möglich, dass auch ihr fester Inhalt austritt und in das umgebende Plasma aufgenommen wird. Was aus der Membran selbst wird, kann ich nicht sagen, jedenfalls ist aber das ganze Keimbläschen schon lange vor Eintritt der Befruchtung bis auf jede Spur verschwunden«.

Wie bei Hydra, ist auch bei reifen Beroe-Eiern, welche trotz ihrer Grösse vollkommen durchsichtig sind, nach den Angaben Kowalewsky's[1], keine Spur eines Keimbläschens mehr nachzuweisen. Dasselbe soll nach Metschnikoff[2]) bei Medusen und Siphonophoreneiern der Fall sein.

Unter den Würmern sind es die Nematoden[3]) vorzüglich, welche häufig als Beweis für den Schwund des Keimbläschens und die Neubildung des Kerns der ersten Furchungskugel angeführt worden sind. Reichert sah bei Strongylus auricularis die Con-

---

[1]) Kowalewsky. Entwicklungsgeschichte der Rippenquallen. Petersburg 1866.

[2]) Metschnikoff. Studien über die Entwicklung der Medusen und Siphonophoren. Zeitschr. f. wiss. Zool. v. Sieb. und Köll. 1874.

[3]) Bagge. Dissertatio inauguralis de evolutione Strongyli auricularis et ascaridis acuminatae. Erlangae 1841. Kölliker, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte wirbelloser Thiere. Archiv f. Anat. und Physiol. 1843. pag. 76. Reichert. Der Furchungsprocess und die sogenannte Neubildung um Inhaltsportionen. Archiv. f. Anat. u. Phys. 1846. pag. 201 etc. Auerbach. Organologische Studien. Heft II.

tour des Keimbläschens nach und nach undeutlich werden und seinen Inhalt im Dotter sich vertheilen. Ob zuvor schon der Keimfleck geschwunden sei, darüber sind alle Forscher unsicher geblieben, doch stimmen sie darin überein, dass das Ei der Nematoden längere Zeit eine kernlose Dottermasse sei, bis sich wahrscheinlich unter dem Einfluss der Befruchtung der Kern der ersten Furchungskugel bilde.

Bei den Mollusken beschreibt Lovèn [1]), dass in reifen Eiern das Keimbläschen an die Dotteroberfläche rückt, dass hier seine Membran aufgelöst wird und einzelne Theile ganz aus dem Ei ausgestossen werden und die sogenannten Richtungskügelchen bilden. Der Kern der Furchungskugel soll mit dem Schwund des Keimbläschens in der Dotterperipherie hervortreten. Zu ähnlichen Resultaten ist neuerdings Flemming [2]) gekommen.

Nach den Untersuchungen von Krohn [3]), Leydig [4]), Wittich [5]) etc. schwindet das Keimbläschen auch in den reifen Eiern der Ascidien und Arthropoden.

Wenn man die Fülle der hier mitgetheilten in allen Thierclassen angestellten Beobachtungen, welche alle zu demselben Resultate geführt haben, berücksichtigt — und ihre Zahl kann durch weitere Beispiele noch leicht vermehrt werden — so wird man es begreiflich finden, dass bei einem grossen Theil der Naturforscher sich schon früh die Ansicht herausgebildet hat, dass das Keimbläschen in allen Eiern zu Grunde geht und dass zwischen ihm und dem Kern der ersten Furchungskugel kein genetischer Zusammenhang besteht. So erklärt schon Leuckart [6]) in dem Artikel Zeugung in Wagner's Handwörterbuch: »Das Einzige, was der Aufbau eines neuen Thieres voraussetzt, ist die Anwesenheit eines entwicklungsfähigen Materiales, und dieses ist der Dotter, der durch die Auflösung des Keimbläschens in eine gleichförmige Masse verwandelt wird und sich erst

---

[1]) Lovèn. Ueber die Entwicklung der kopflosen Mollusken. Archiv. f. Anat. u. Phys. 1848.

[2]) Flemming. Ueber die ersten Entwicklungserscheinungen am Ei der Teichmuschel. Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. X.

[3]) Krohn. Ueber die Entwicklung der Ascidien. Archiv. f. Anat. u. Phys. 1852. pag. 313.

[4]) Leydig. Ueber Argulus folliaceus. Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. II. pag. 340.

[5]) Wittich. Die Entstehung des Arachnideneies im Eierstocke etc. Müller's Archiv 1849. pag. 122—124.

[6]) Leuckart. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. IV. pag. 922.

dadurch für jene wunderbaren Metamorphosen vorbereitet, die ihn in Folge der Befruchtung allmälig in einen selbstständigen Organismus verwandeln.« Das Keimbläschen hält er nur für ein provisorisches Gebilde, das mit der weiteren Ausbildung der Zelle seine ursprüngliche Wichtigkeit verloren hat. Dem Keimfleck theilt er eine gewissermassen nur architectonische Bedeutung zu.

Indem die genannten Forscher das Keimbläschen vollständig sich auflösen lassen, müssen sie eine Neubildung des Kerns der ersten Furchungskugel annehmen. Ueber den Process dieser Neubildung sind erst neuerdings zwei Ansichten ausgesprochen worden, von welchen die eine von Auerbach, die andere von Strasburger herrührt. Nach Auerbach soll die helle Primärsubstanz der Kerne durch ihr optisches und chemisches Verhalten, wie durch ihren Mangel an activer Bewegungsfähigkeit als ein vom eigentlichen Protoplasma verschiedener Stoff sich erweisen, welcher dieses diffus durchtränken kann, in gewissen Entwicklungsmomenten aber in grösseren kugligen Hohlräumen des Protoplasma sich ansammelt. Bei der Neubildung des Kerns im Ei soll zunächst eine minimale Lücke im Protoplasma sich zeigen und von diesen kleinsten Anfängen ausgehend zu einer immer grösseren, kuglig sich abrundenden Höhle heranwachsen; der Zellkern soll daher ursprünglich nichts anderes als eine Art Vacuole, d. h. eine mit Flüssigkeit erfüllte Höhle im Protoplasma sein. Die Nucleoli sollen in dieser Höhle nachträglich entstehen durch Zusammenballung feiner Protoplasmatheilchen, welche entweder von der Umgebung der Vacuole sich abgelöst haben, oder schon gleich bei der Aussonderung des Tropfens in die entstehende Höhle mit hineingerissen worden sind [1].

Gegen die Deutung des primären Kerns als eines flüssigen Tropfens wendet sich Strasburger [2], indem er meint, dass Auerbach die in den Kernen sich bildenden Vacuolen jedenfalls für die Kerne selbst gehalten habe. Er selbst habe an Ascidieneiern feststellen können, dass der eigentliche Zellkern in lebenden Objecten meist unkenntlich bleibe, und dass nur die in ihnen auftauchenden Vacuolen deutlich sichtbar werden. Die Neuentstehung des Kerns will Strasburger in folgender Weise beobachtet haben. »Die Haut-

---

[1] Auerbach. Organologische Studien Heft 1. pag. 79—91. 164. Heft 2. pag. 238—241.

[2] Strasburger. Ueber Zellbildung und Zelltheilung. pag. 189—192. pag. 209. pag. 233.

schicht des Eies verdickt sich an einer unbestimmten Stelle; in der angesammelten, homogenen, glashellen Hautschichtmasse tritt aber alsbald eine Spaltung ein, und der innere Theil derselben beginnt sich sichtlich von dem als Hautschicht an ursprünglicher Stelle zurückbleibenden abzustossen. So fängt die Wanderung eines Theiles der peripherischen Hautschichtmasse nach dem Innern des Eies an, und zwar mit einer von der Peripherie nach dem Innern zu abnehmenden Geschwindigkeit.« Im Centrum ballt sich die Masse zu einer Kugel zusammen. »Während der Wanderung der Hautschichtmasse treten in ihr ein, in seltneren Fällen mehrere Vacuolen auf, die im frischen Zustand allein wahrnehmbar sind.«

2) Angaben über Fortbestand des Keimbläschens und Theilung desselben.

Den im vorausgegangenen Paragraphen angeführten zahlreichen Angaben über Schwund des Keimbläschens steht eine geringere Anzahl von Beobachtungen gegenüber, nach denen der Kern der ersten Furchungskugel vom Keimbläschen abzuleiten ist. Dasselbe soll fortbestehen bleiben und vor Beginn der Furchung sich theilen.

Eine ältere Angabe, das Säugethierei betreffend, rührt von dem englischen Embryologen Barry [1]) her, welcher behauptet, dass das auf der Dotteroberfläche gelegene Keimbläschen nach der Befruchtung sich wieder in das Eicentrum zurückziehe. Wie wenig aber diese Angabe Barry's glaubwürdig ist, geht aus der Schilderung der weiteren Veränderungen, die im Keimbläschen stattfinden sollen, klar hervor. Es soll nämlich die Peripherie des Keimflecks in einen Kranz von Cytoblasten zerfallen. Während dieselben sich vergrössern und sich in Zellen umwandeln, sollen vom Keimfleck aus immer neue Kränze von Cytoblasten entstehen, welche sich in immer neue Zellen umwandeln. Barry nennt dies den Keimflecktheilungsprocess.

Von ganz besonderer Wichtigkeit als ein Fall von Fortbestand und von Theilung des Keimbläschens sind die Angaben von Joh. Müller über Entoconcha mirabilis [2]) geworden, weil hier der Name des Forschers eine Bürgschaft für die Richtigkeit der Beob-

---

[1]) Barry. Neue Untersuchungen über die schraubenförmige Beschaffenheit der Elementarfasern der Muskeln, nebst Beobachtungen über die muskulöse Natur der Flimmerhärchen. Archiv für Anat. u. Physiol. 1850.

[2]) Johannes Müller. Ueber die Erzeugung von Schnecken in Holothurien. Archiv f. Anat. u. Phys. 1852. pag. 11 u. 19.

achtung lieferte. Ich gebe daher die betreffende, häufig citirte Stelle wörtlich wieder: »Das Keimbläschen im reifen Ei von Entoconcha ist völlig hell und hat eine einfache nicht doppelte scharfe Contour. In seinem Innern sind keine Granula und nichts einem Keimfleck Aehnliches zu erkennen, es ist durch und durch so zähe, dass man an der Existenz einer Membran zweifeln könnte; es gleicht daher mehr dem, was von Baer in den reiferen Eiern des Seeigels den Kern des Eies[1] nennt.« Von diesem Keimbläschen beschreibt Joh. Müller weiterhin, dass es vor der Dotterfurchung nicht verschwinde, sondern sich in zwei etwas kleinere sonst ganz gleiche helle Körper theile und so die Kerne der beiden ersten Furchungskugeln liefere.

An diese Angaben von Joh. Müller schliesst sich eine Anzahl ähnlicher Befunde anderer Forscher an, wie die an niederen Thieren angestellten Untersuchungen von Leydig, Gegenbaur, Fol und van Beneden.

Leydig[2] und Gegenbaur[3] haben, der erstere bei Räderthierchen, der letztere bei Medusen, Pteropoden und Heteropoden homogene Keimbläschen beschrieben und haben solche bei der Furchung sich theilen sehen.

Fol[4] liefert uns eine recht genaue Beschreibung sowohl von den Eierstockseiern als auch von den befruchteten, frisch gelegten Eiern der Geryoniden. Im Eierstocksei enthält das Keimbläschen einen grossen Nucleolus, »das Keimbläschen oder der Kern des gelegten Eies dagegen sieht wie eine Vacuole aus, indem seine Substanz weniger lichtbrechend ist als das umgebende Protoplasma und flüssig zu sein scheint. Eigene Wandungen dieser Vacuole lassen sich am frischen Ei nicht unterscheiden; der Durchmesser dieses Keimbläschens beträgt 0,02—0,027 Mm., so dass man ihn gewiss nicht mit dem Keimbläschen des unbefruchteten Eies identificiren kann.« Fol wirft bei dieser Beschreibung die Frage auf: »Es wäre interessant zu wissen, ob der Kern des befruchteten Eies vom Kern oder vom Kernkörperchen des unbefruchteten abstammt, oder ob

---

[1] v. Baer bezeichnet als Kern des Eies das von mir als Eikern benannte Gebilde.

[2] Leydig. Ueber den Bau und die systematische Stellung der Räderthiere. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. VI. pag. 28. u. 102, 203.

[3] Gegenbaur. Zur Lehre vom Generationswechsel und der Fortpflanzung bei Medusen und Polypen. pag. 24 u. 28. Gegenbaur. Untersuchungen über Pteropoden und Heteropoden. pag. 66 u. 180.

[4] Fol. Die erste Entwicklung des Geryonideneies. Jenaische Zeitschr. f. Med. u. Naturwiss. Bd. VII. pag. 474.

diese Gebilde bei der Befruchtung verschwinden, um einer Neubildung Platz zu machen?«

Van Beneden [1]) endlich hat den Fortbestand des Keimbläschens als einen im ganzen Thierreich stattfindenden gesetzmässigen Vorgang in seinen Untersuchungen über die Zusammensetzung und die Bedeutung des Eies wahrscheinlich zu machen gesucht. Gestützt auf eigene Wahrnehmungen an dem sehr durchsichtigen Ei von Distomum cignoides, an welchem er durch Vergleichung einer Reihe von Objecten auf die Theilung des Keimflecks und darauf folgende Theilung des Keimbläschens bei der Dotterfurchung hat schliessen können, gestützt ferner auf gleichlautende Angaben anderer Forscher, von denen er eine kurze Zusammenstellung gibt, spricht van Beneden die Vermuthung aus, dass in keinem thierischen Ei das Keimbläschen wirklich zu Grunde gehe, sondern nur zeitweilig durch Veränderungen des Dotters unsichtbar gemacht werde und dem Beobachter zu verschwinden scheine, um dann vor der Dotterfurchung wieder zum Vorschein zu kommen.

Indem ich hiermit die zweite Gruppe von Beobachtungen abschliesse, mache ich noch besonders darauf aufmerksam, dass in fast allen angeführten Fällen die Keimbläschen, welche später sich theilen sollen, als durchaus homogene Vacuolen ohne Keimfleck beschrieben werden. Angaben, dass in dem fortbestehenden Keimbläschen auch ein Keimfleck vorhanden gewesen ist, finden sich in der Literatur nur sehr vereinzelt vor. Dies soll nach den Beobachtungen Kölliker's, Gegenbaur's und Haeckel's zum Beispiel bei den Siphonophoren, nach van Beneden bei Distomum cignoides der Fall sein.

3. Angaben über Schwund des Keimbläschens und Fortbestand des Keimflecks.

In einer dritten Gruppe lassen sich eine Anzahl Beobachtungen zusammenfassen, nach denen zwar das Keimbläschen sich auflösen, der Keimfleck aber erhalten bleiben und zum Kern des reifen Eies werden soll.

Von besonderem Interesse sind mir hier zwei Untersuchungen, welche gleichfalls am Seeigelei angestellt worden sind; die eine rührt von Derbès, die andere von C. E. v. Baer her.

---

[1]) Van Beneden. Recherches sur la composition et la signification de l'oeuf. Bruxelles 1870. pag. 239—244.

Derbès [1]) beschreibt, dass das Eierstocksei aus drei Kreisen besteht, dem Keimfleck, dem Keimbläschen und dem Dotter: der mittlere Kreis soll verschwinden und nur der äussere Kreis, der Dotter, und der kleine innere, der Keimfleck, bestehen bleiben [2]). Die Schilderung Baer's [3]) gebe ich dem Wortlaut nach wieder: »Im reifen Ei des Seeigels erkennt man an einer Stelle seiner Oberfläche einen hellen Kreis, der etwa ein Achtel vom Durchmesser des ganzen Eies hat. Sobald die Dotterkugel durch Aufnahme von Flüssigkeit eine hinlängliche Beweglichkeit innerhalb einer umgebenden durchsichtigen Hülle erlangt hat, senkt sich die Gegend, welche den hellen Kreis enthält, nach unten, mag also wohl die schwerste sein. Dass es nicht ein Bläschen oder eine Zelle, sondern ein sehr weicher Körper ist, was äusserlich als heller Kreis erscheint, glaube ich nach vielfältigen Versuchen, die ich mit mechanischen Zertheilungen und einigen Reagentien anstellte, mit Bestimmtheit erkannt zu haben, obgleich dieser Körper bald in seiner Metamorphose völlig durchsichtig wird. Ich will ihn den Kern des Eies nennen, da er diesen Namen durch sein Verhalten bei der Metamorphose des Eies vollständig verdient, und seine Genese von mir nicht hinlänglich hat verfolgt werden können. Ich kenne nur den ersten Anfang des Eies, ferner den Zustand, welcher der vollen Reife vorangeht, und diese selbst. Nach dem ersten muss ich den Kern für identisch mit dem Theile, den man den Wagner-schen Keimfleck zu nennen pflegt, halten, wofür ihn auch Wagner selbst erklärt hat. Allein in einer viel späteren Zeit nimmt der Theil, welcher ein Keimbläschen zu sein scheint, einen so ansehnlichen Theil der Eier ein, dass man über die Deutung zweifelhaft werden kann. Jedenfalls scheint für ein nicht ganz kleines Körperchen,

---

[1]) Derbès. Observations sur le mécanisme et les phénomènes qui accompagnent la formation de l'embryon chez l'oursin comestible. Annales des scienc. nat. Zoologie 1847. Tome VIII. pag. 83.

[2]) Krohn erklärt in seinem Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der Seeigellarven (Heidelberg 1849 pag. 5—7) irrthümlicher Weise die Behauptung Derbès, es schwinde das Keimbläschen vor der Befruchtung, scheine auf einer nicht ganz sorgfältigen Untersuchung zu beruhen. Erst nach der Befruchtung, meint Krohn, sei das Keimbläschen sammt dem Keimfleck nicht mehr aufzufinden, dagegen sei jetzt ein helles sphärisches Gebilde wahrnehmbar, ein Bläschen, das dem Umfang nach dem Keimfleck gleichkomme. Dem gegenüber kann ich nur bemerken, dass alle von mir geschilderten Veränderungen an unbefruchteten Seeigeleiern allein aufgefunden worden sind.

[3]) C. E. v. Baer. Neue Untersuchungen über die Entwicklung der Thiere. Froriep's Neue Notizen Bd. 39. pag. 38.

das beim Zerdrücken auffallend mehr Resistenz zeigt, die Benennung eines Flecks wenig bezeichnend, und es scheint mir sehr wahrscheinlich, dass die Rolle, welche im Ei des Seeigels dieser Kern (oder Keimfleck) spielt, in andern Thieren dem Keimbläschen zu Theil wird. Im Ei des Seeigels schwindet aber der Theil, welchen man das Keimbläschen genannt hat, ziemlich lange vor der vollen Reife.«

Aehnliche Angaben, wie v. Baer, hat Leydig von Piscicola und Bischoff von Säugethieren gemacht.

Nach Leydig [1] sind bei Piscicola von den Eiern, die innerhalb des Ovarium von Spermatozoiden umwimmelt werden, manche noch ganz unverändert mit Keimbläschen und Keimfleck, andere dagegen ermangeln des Keimbläschens; die Dotterkugel der letzteren ist grösser geworden und am Rande derselben macht sich ein heller Körper bemerklich, von dem Leydig vermuthet, dass es der freigewordene Keimfleck sei.

Bischoff [2]) ist durch zahlreiche Untersuchungen von Kanincheneiern zu der Ueberzeugung gelangt, dass im Ei, wenn es das Ovarium verlassen hat, das Keimbläschen aus dem Centrum zur Oberfläche emporsteigt und sich hier auflöst. Da er einige Male nach dem Schwund desselben im Inneren des Dotters einen helleren kleinen Fleck wahrgenommen hat, so vermuthet er, dass dieser der »freigewordene Keimfleck sei, der sich wahrscheinlich in Folge der Einwirkung des männlichen Samens vergrössere und in einen helleren, einem Oeltröpfchen ähnlichen Körper umwandle, daher in der That einem Bläschen ähnlicher werde«. Von ihm sollen die Kerne der Furchungskugeln abstammen. Das Keimbläschen deutet Bischoff gewissermassen als schützende Hülle des Keimflecks, welcher der wesentliche Theil sei, der die Zumischung des männlichen Samens erfahre. In seinen späteren Arbeiten dagegen erklärt Bischoff seine Ansicht von der Bedeutung des Keimflecks für problematisch [3]), spä-

---

[1]) Leydig. Zur Anatomie von Piscicola geometrica. Zeitschrift f. wiss. Zool. B. I. pag. 125.

[2]) Bischoff. Entwicklungsgeschichte des Kaninchencies. 1842. pag. 12, 22, 39, 53, 75—76. 141.

[3]) Bischoff. Entwicklungsgeschichte des Hundeeies 1845. pag. 22, 42.

ter gibt er sie ganz auf[1], während er seine Angaben von der Auflösung des Keimbläschens noch aufrecht erhält.

Der Vermuthung Fol's, es könne der Kern des reifen Medusencies vom Keimfleck des Keimbläschens abstammen, wurde bereits früher gedacht.

Wie sollen wir uns den mitgetheilten einander vielfach widersprechenden Beobachtungen gegenüber verhalten? Sollen wir annehmen, dass in einem Falle das Keimbläschen völlig schwindet, in einem anderen zum Kern der ersten Furchungskugel wird und dass in einem dritten Fall allein der Keimfleck fortbestehen bleibt? Von theoretischen Gesichtspuncten aus scheint mir eine solche Verschiedenartigkeit durchaus als unwahrscheinlich bezeichnet werden zu müssen. Denn wenn der Kern eine wichtige Rolle im Zellenleben spielt, wofür die Constanz seines Vorkommens, seine Betheiligung bei der Zelltheilung und die an den Nucleoli beobachteten Lebenserscheinungen ein beredtes Zeugniss ablegen, dann lässt sich gewiss erwarten, dass in so wichtigen Entwicklungsvorgängen, wie die Entstehung des befruchtungsfähigen Eies, gesetzmässigere Verhältnisse vorliegen, dann muss es nicht recht glaubwürdig erscheinen, dass bei Hydra und Beroe das Keimbläschen sich auflösen, bei Medusen und Siphonophoren dagegen bestehen bleiben soll, und dass gleiche Abweichungen bei Modiolaria und Cardium einerseits und Entoconcha mirabilis andererseits stattfinden sollen.

Eine Beurtheilung der betreffenden Angaben wird uns hierüber Aufklärung verschaffen und uns eine grössere Uebereinstimmung in den Vorgängen erkennen lassen, als eine flüchtige Durchmusterung des literarischen Materiales vermuthen lässt.

Was die erste Gruppe von Beobachtungen anbetrifft, so meine ich, kann gegen die Richtigkeit der Angabe, dass das Keimbläschen sich rückbildet, in den beschriebenen Fällen wohl kein begründeter Zweifel erhoben werden, da ein so deutlich erkennbares und wohl characterisirtes grosses Gebilde einer aufmerksamen Forschung nicht entgehen kann. Ein solches wird nicht nur in kleineren durchsichtigen Eiern, sondern selbst an Eiern mit grossem Dotterreichthum (Vogel-, Amphibieneiern etc., so lange es überhaupt vor-

---

[1]) Bischoff. Entwicklungsgeschichte des Meerschweinchens 1852. pag. 20, 21.

handen ist, sich jederzeit darstellen lassen, wenn man den Dotter in Jodserum ausfliessen lässt oder Schnitte durch erhärtete Objecte anfertigt. Daher muss ich die Annahmen jener, welche das Keimbläschen in allen jenen Angaben für übersehen halten, als nicht berechtigte bezeichnen.

Nun liegen aber, wie wir gesehen haben, auch eine Anzahl positiver Angaben vor, nach denen das Keimbläschen direct in die Kerne der ersten Furchungskugeln sich spalten soll, und werden dieselben von dem grössten Theile der Forscher als Ausnahmen von der Regel betrachtet. Der letzteren Ansicht kann ich nicht beipflichten. Wenn auch gegen die Richtigkeit der Beobachtungen selbst kein Zweifel erhoben werden kann, so scheint mir dagegen für dieselben eine andere Erklärung aufgestellt werden zu müssen, und zwar ergibt sich eine andere Erklärung schon aus den Beschreibungen, welche ein Theil der früher aufgeführten Forscher von der Beschaffenheit der einer Rückbildung nicht anheimgefallenen Keimbläschen geliefert hat. Für mich unterliegt es keinem Zweifel, dass in allen jenen Angaben zwei ganz verschiedene morphologische Bildungen mit einander verwechselt worden sind; nämlich das Keimbläschen des unreifen Eierstockseies mit dem Gebilde, das ich bei den Echinodermen als Eikern bezeichnet habe. Das Keimbläschen ist im ganzen Thierreich von einer nahezu übereinstimmenden Beschaffenheit, es ist mit einer mehr oder minder derben Membran, mit einem mehr flüssigen Inhalt und mit einem grossen, aus compacter Substanz bestehenden, deutlich hervortretenden Keimfleck versehen; die in den Ausnahme-Fällen als Keimbläschen beschriebenen Gebilde sind unverhältnissmässig kleiner, sie sind membranlos, bestehen aus einer homogenen, mehr oder weniger zähen festen Substanz und besitzen keinen Keimfleck. Denn die dunkleren Stellen und Körnchen, die hie und da beschrieben worden sind, sind wohl nicht gleichbedeutend mit dem scharf begrenzten grossen Keimfleck eines Keimbläschens, sondern müssen vielmehr, falls sie überhaupt vorhanden sind, für locale Verdichtungen der gewöhnlich gleichartigen Kernsubstanz gehalten werden. Bei den Siphonophoren endlich, von deren reifen Eiern Keimflecke am bestimmtesten beschrieben worden sind, habe ich bei eigener Untersuchung von Hippobodius deren keine wahrnehmen können, sondern fand ich auch hier den Eikern an der Dotteroberfläche als ein ganz helles homogenes membranloses Gebilde vor, so beschaffen, wie es Fol von Geryonia beschreibt.

So scheint mir denn in der zoologischen Literatur kein Fall vorzuliegen, in welchem wirklich der Fortbestand des Keimbläschens im Eierstocksei und eine Theilung desselben bei der Dotterfurchung wirklich beobachtet ist, und glaube ich, dass man schon jetzt mit Sicherheit den allgemeinen Satz aufstellen kann: Zur Reifezeit der Eier geht in denselben das Keimbläschen als morphologisches Gebilde unter.

Zu diesem Schlusse ist schon seiner Zeit LEUCKART[1]) in dem Artikel Zeugung durch vergleichende Betrachtung gelangt. Dass trotzdem dieser Satz bis jetzt noch nicht als allgemein gültig in der Wissenschaft angesehen worden ist, erklärt sich wohl daraus, dass der Irrthum in den gegentheiligen Angaben nicht nachgewiesen, vor Allem aber der Unterschied zwischen dem Kern des unreifen Eierstockseies (dem Keimbläschen) und dem homogenen Kern des reifen befruchtungsfähigen Eies (dem Eikern) nicht genügend erkannt worden ist.

Nachdem ich durch Aufstellung und Begründung obigen Satzes im ganzen Thierreich ein übereinstimmendes Verhalten für die Auflösung des Keimbläschens glaube nachgewiesen zu haben, tritt jetzt die zweite ungleich schwierigere Aufgabe heran, nämlich zu entscheiden, wie das von mir als Eikern bezeichnete Gebilde entsteht.

Mit Ausschluss der Forscher, welche eine Persistenz des Keimbläschens annehmen, sind nun alle der Ansicht, dass der Kern der Furchungskugel sich neubilde. Dieser Ansicht habe ich auf Grund eingehender Beobachtungen an Seeigeleiern eine andere entgegengesetzt, nach welcher der Keimfleck nach Auflösung des Keimbläschens zum Eikern wird, und habe ich zugleich einige ältere Beobachtungen, in welchen ein Gleiches auch noch bei anderen Thieren gefunden wurde, der Vergessenheit wieder entrissen, indem ich sie als eine dritte Gruppe von Beobachtungen aufgeführt habe.

Es handelt sich jetzt darum, die Grundlagen der allgemein angenommenen und der von mir ihr gegenübergestellten Auffassung einer Prüfung zu unterwerfen.

Die Forscher, welche den Kern sich neubilden lassen, nehmen als ausgemachte Thatsache an, dass das Ei auf einem bestimmten Entwicklungsstadium eine kernlose Dottermasse, eine Cytode, sei. Ich betrachte dies gewissermassen als den Angelpunct der ganzen

[1]) LEUCKART. WAGNER's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. IV. pag. 921.

Frage und werde daher festzustellen versuchen, in wie weit die Angaben, dass im thierischen Ei auf einem bestimmten Stadium seiner Entwicklung der Kern fehlen solle, zuverlässig sind.

Zunächst kann man hier wohl sagen, dass die meisten Forscher es mit dem Negiren des Kerns zu leicht genommen und die Schwierigkeiten ganz unterschätzt haben, mit welchen der Kernnachweis unter Umständen verknüpft ist. Wenn auch ein Gebilde wie das Keimbläschen der Untersuchung nicht entgehen kann, so ist dies dagegen mit einem durchaus homogenen, soliden Kern von der Beschaffenheit und Grösse eines Keimflecks um so leichter der Fall. Ein solcher Körper kann nicht nur in einem körnchenreichen Dotter, sondern selbst in einem kleinen Ei mit durchsichtigem Protoplasma unbeachtet bleiben, weil die Lichtbrechung der Kernsubstanz und des Protoplasma oft eine nahezu gleiche ist. Hier kann nur eine zweckmässige Anwendung von Reagentien uns eine annähernde Bürgschaft geben, ob ein Kern vorhanden ist oder fehlt. Vor allen Dingen aber verdienen hier die verschiedenen Tinctionsmethoden mehr in Gebrauch gezogen zu werden, als es meist geschieht. Denn mit ihnen habe ich auch in Fällen, wo die sonst so vortreffliche Essigsäure und Chromsäure versagte, den Kern noch nachweisen können. Da nun von den meisten Forschern die mikrochemischen Reactionen entweder gar nicht oder in ungenügender Weise geübt worden sind, so verlieren die Angaben von Kernlosigkeit des Dotters sehr viel an Glaubwürdigkeit.

Ueberhaupt ist in diesem Gebiete viel gefehlt worden, wie man denn Eier, welche schon im frischen Zustande den Kern recht gut erkennen lassen, als kernlos beschrieben hat. Ein Beispiel liefert uns Metschnikoff [1]. Derselbe stellt als völlig sicher die Angabe hin, dass das Ei der Geryonia eine homogene protoplasmatische Kugel sei, in der man weder ein Keimbläschen, noch irgend welche andere bläschen- oder körnchenförmige Bildung erkennt. Da nun Fol an demselben Object den Eikern im frischen Zustande sehr deutlich beschreibt und abbildet, und ich einen solchen an unbefruchteten, aber entleerten Eiern einer anderen Meduse gleichfalls ohne Mühe habe unterscheiden können, so kann das negative Resultat Metschnikoff's nur von oberflächlicher Beobachtung herrühren.

---

[1] Metschnikoff. Studien über die Entwicklung der Medusen und Siphonophoren. Zeitschr. f. wissensch. Zool. 1874.

Wenn somit schon in relativ leichten Fällen gefehlt worden ist, so wird man unter erschwerten Verhältnissen, bei nicht ganz durchsichtigem Dotter etc., noch mehr auf irrige Angaben sich gefasst machen müssen. Ja selbst verhältnissmässig sorgfältig angestellte Untersuchungen geben uns hier noch keine Garantie, dass nicht der Kern übersehen worden ist. So gibt zum Beispiel KOWALEWSKY in seiner Entwicklungsgeschichte der Rippenquallen[1] an, dass »vom Kern hier gar nichts zu sehen sei, obgleich er ihn bemerkt hätte, wenn er hier überhaupt vorhanden gewesen, da die Eier und besonders die Furchungskugeln hinreichend durchsichtig seien.« Auch bei Einwirkung der Essigsäure glückte es ihm nicht den Kern zu sehen. Nur nachdem die Eizelle in 32 Kugeln zerfallen war, bemerkte er an ihnen bei Essigsäurezusatz einen Kern. »Wie dieser Kern entsteht, setzt hier KOWALEWSKY hinzu, oder ob er schon vorhanden gewesen, das sind allerdings Fragen, auf die ich nicht antworten kann. Jedenfalls glaube ich die letztere Frage verneinen zu müssen, da meine angestrengtesten Bemühungen, einen Kern früher zu finden, zu keinem positiven Resultate führten, trotzdem dass ich dieselben Mittel anwandte, mit deren Hülfe ich ihn zuletzt auffand.«

Man wird einräumen, dass dies ein Fall ist, den man als kräftige Stütze für den Cytodenzustand der Eizelle anführen könnte. Trotzdem bin ich in der Lage das Gegentheil zu beweisen. Da während meines Aufenthalts am Meere eine Beroe in einem Glase viele Eier absetzte, so untersuchte ich dieselben, und glückte es mir in der ersten Furchungskugel einen Kern aufzufinden und zwar indem ich die Eier durch kurze Einwirkung der Osmiumsäure etwas erhärtete und sie dann in BEALE'schem Carmin färbte. Der Kern bildete eine kleine homogene etwas dunkler roth gefärbte membranlose Kugel, welche in einer Anhäufung körnigen Protoplasmas lag. Mit Essigsäure konnte auch ich den Kern nicht nachweisen, weil es hierdurch nicht gelingt, denselben in dem schaumigen mit runden hellen Nahrungskugeln durchsetzten Protoplasma der grossen Eizelle genügend hervortreten zu machen.

Durch diese Erörterungen glaube ich gezeigt zu haben, wie unsicher die Prämissen sind, von denen aus man eine Neuentstehung

---

[1] KOWALEWSKY. Entwicklungsgeschichte der Rippenquallen. Mémoires de l'Académie impér. des scienc. de St. Pétersbourg. VII. Série. Tome X. No. 4.

des Kerns annimmt, und werde ich in dieser Ansicht um so mehr bestärkt, als die meisten Forscher, welche das Schwinden des Keimbläschens beobachteten, die Möglichkeit, dass der Keimfleck bestehen bleibt, wohl nicht in allen Fällen berücksichtigt haben und dadurch um so leichter zum Verkennen eines etwa bestehenden Zusammenhanges verleidet worden sein können.

Die hier erhobenen Bedenken lassen sich nicht ohne Weiteres auf jene Fälle ausdehnen, in denen die Neubildung des Kerns direct beobachtet worden sein soll. Wie ich unter den Literaturangaben bereits mittheilte, liegen über diesen Gegenstand Untersuchungen von Auerbach und Strasburger vor. Beide Forscher sind zu grundverschiedenen Resultaten gekommen und kann ich weder dem einen noch dem andern beistimmen.

Wenn Auerbach den Kern bei seinem ersten Entstehen eine mit Flüssigkeit erfüllte Lücke im Protoplasma sein und erst später in derselben festere Bestandtheile sich ansammeln lässt, so widerspricht dem die Beschaffenheit des Eikerns im Seeigelei und in anderen Objecten. Bei den Seeigeln besteht der Eikern, wie ich durch Isolation und mikrochemische Reactionen sicher nachgewiesen habe, aus einer homogenen, zähen und ziemlich festen Substanz, die sich namentlich durch ihre Tinction in Carmin von der Substanz des Keimflecks (der Kernsubstanz) in nichts unterscheidet. Zu denselben Resultaten sind schon früher zum Theil an anderen Objecten v. Baer[1], Bischoff[2] und Leuckart[3] gekommen. So erklärt namentlich letzterer, dass man an den Furchungskugeln von Gammarus sich durch Isolation der Kerne auf das Entschiedenste überzeugen könne, dass diese Körper aus einer soliden Masse bestehen, die eine zähe elastische Beschaffenheit hat.

Wenn wir indessen von diesen Thatsachen absehen, die sich durch Auerbach's Hypothese nicht erklären, so lassen seine Beobachtungen am Nematodenei auch noch eine andere Erklärung zu. Dieselbe stützt sich auf eine Erscheinung, auf welche ich im dritten Abschnitt wieder zurückkommen werde, dass der Eikern in seiner Weiterentwicklung mit Kernsaft sich imbibirt und dadurch in gleicher Weise an Volumen zunimmt wie er an Festigkeit verliert. Ich nehme nun

---

[1] v. Baer. Neue Untersuchungen über die Entwicklung der Thiere. Froriep's Neue Notizen. Bd. 39. pag. 38.

[2] Bischoff. Entwicklungsgeschichte des Kaninchencies. 1842.

[3] Leuckart. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. IV.

an, dass im Nematodenei der Keimfleck, welcher ein relativ kleiner solider Körper ist, nach der Auflösung des Keimbläschens an dem einen Eipole vorhanden, aber in der dunklen Dottermasse bei geringer Differenz in der Lichtbrechung im frischen Zustande nicht erkennbar ist[1]). Erst wenn derselbe mit Kernsaft sich zu imbibiren und anzuschwellen beginnt, wird er allmälig deutlich und erscheint als eine kleine helle Lücke im Dotter. Durch weitere Imbibition vergrössert sich die Lücke, wie es Auerbach beschreibt, zu einer ziemlich grossen runden Kugel, deren Consistenzgrad natürlich geringer als im Seeigelei ist, weil in ihr die Kernsubstanz mit Kernsaft stark vermischt ist. In dieser Erklärung ist nur der eine Punct, nämlich der Fortbestand des Keimflecks, hypothetisch. Einige Versuche, durch Anwendung von Reagentien in der Dottermasse den Eikern nachzuweisen, haben bis jetzt zu keinem Ergebniss geführt. Doch halte ich bei vorurtheilsfreier Prüfung diese negativen Resultate im vorliegenden Falle deshalb für durchaus beweislos, weil die Verhältnisse für den Kernnachweis sehr ungünstige sind. Wie gesagt, ist der Keimfleck sehr klein, der Dotter durch Körnchen ziemlich undurchsichtig, die Behandlung mit Reagentien wird sehr erschwert, erstens dadurch, dass man die reifen unbefruchteten Eier nicht isolirt für sich erhalten kann, und zweitens dadurch, dass die Eileiterwand und die Eihüllen das Eindringen der Reagentien mehr oder weniger verhindern[2]).

Ebenso wenig wie die Angaben Auerbach's, haben Strasburger's an Phallusia mammillaris angestellte Beobachtungen mich überzeugen können, dass es sich hier um eine Neubildung des Kerns handelt. Gegen seine Annahme, dass der Kern ein Stück abgelöster und in das Zellcentrum gewanderte Hautschicht der Zelle sei, lassen sich verschiedene Einwände erheben. So besteht zwischen den peripheren und den centralen Partieen des Eiprotoplasma kein durchgreifender Unterschied, indem beide continuirlich in einander übergehen. Zwar ist die Eirinde in manchen Fällen weniger körnchenreich und von mehr homogener Beschaffenheit, doch kann dies keinen Grund abgeben sie als etwas Verschiedenes, als eine besonders diffe-

---

[1]) Die Thatsache, dass bei den Nematoden gleichzeitig an jedem Eipole ein Kern entsteht, werde ich im 2ten Abschnitt dieser Untersuchung zu erklären versuchen.

[2]) Aus dem Umstande erklärt es sich auch, dass man in gutem Jodserum die Eier ein bis zwei Stunden beobachten kann, ohne dass sie absterben.

renzirte Hautschicht den inneren Theilen gegenüberzusetzen. Ferner finde ich durch Strasburger die Identität von Protoplasma der Hautschicht und von Kernsubstanz, die er voraussetzt, in seiner Arbeit nicht bewiesen. Eine solche scheint mir überhaupt vor der Hand in Abrede gestellt werden zu müssen, da beide Substanzen durch ihre mikrochemischen Reactionen sich unterscheiden. Denn in Osmiumsäure schwärzt sich der Kern dunkler als die übrigen protoplasmatischen Eibestandtheile und imbibirt sich in Carmin viel intensiver als diese, so dass er als rother Körper aus der Umhüllungsmasse deutlich hervorleuchtet. Aus dieser Verschiedenheit der chemischen Reactionen müssen wir aber wohl auf eine verschiedene chemische Beschaffenheit beider Substanzen zurückschliessen. Endlich lassen die positiven Angaben Strasburger's über Kernneubildung eine andere Deutung zu, auf welche ich im zweiten Abschnitt dieser Arbeit näher eingehen werde.

Wenn ich daher jetzt die auf den letzten Blättern angestellten Erörterungen zusammenfasse, so ergibt sich aus ihnen als Gesammtresultat die Unzulänglichkeit der für die Neuentstehung des Eikerns beigebrachten Beweise. Denn erstens ist es keine erwiesene Thatsache, dass die Eizelle in ihrer Entwickelung ein kernloses Stadium durchläuft und zweitens können die positiven Angaben über Kernneubildung in einer anderen Weise gedeutet werden.

Mit dieser Lehre hängt aber noch ein Irrthum zusammen, auf den man ziemlich häufig in embryologischen Arbeiten stösst und der sehr geeignet ist zur Verwirrung der fraglichen Verhältnisse beizutragen, so dass ich ihn hier nicht unberücksichtigt lassen kann. Die meisten Forscher nämlich, welche eine Neuentstehung des Kerns annehmen, betrachten dieselbe als eine Folge und gewissermassen als ein Zeichen der eingetretenen Befruchtung. Durch die Einwirkung des männlichen Samens soll einestheils das Keimbläschen schwinden, anderntheils ein neuer Kern sich bilden. Dass hier aber ein ursächlicher Zusammenhang nicht vorliegt, das lehrt uns eine vergleichende Betrachtung, indem sie uns mit Beispielen bekannt macht, wo in unbefruchteten, dem Eierstock selbst entnommenen Eiern nicht nur das Keimbläschen verschwunden sondern auch der Eikern bereits vorhanden ist, und erinnere ich nur an den Befund bei den Seeigeln, bei Medusen, Siphonophoren und Mollusken. Wenn daher bei einem andern Theil der Thiere die Umwandlung des unreifen in das reife Ei und die Befruchtung scheinbar unmittelbar zusammenfallen, oder wenn der Eikern erst nach der Befruchtung

vom Beobachter wahrgenommen werden kann (Nematoden), so darf man auch hier die Befruchtung nicht als die Ursache der zeitlich mit ihr nahe zusammenfallenden Vorgänge betrachten[1]). Der Schwund des Keimbläschens und die Entstehung des Eikerns sind vielmehr Vorgänge, die einzig und allein mit der Reife der Eier zusammenhängen und die Befruchtungsfähigkeit derselben herbeiführen.

Nach diesem Excurs gehe ich nunmehr zur Beurtheilung derjenigen Auffassung über, nach welcher der Eikern vom Keimfleck abstammen und durch Auflösung des Keimbläschens frei werden soll, und werde ich an erster Stelle die möglichen Einwürfe, alsdann die Puncte berühren, welche mir für den angenommenen Zusammenhang zu sprechen scheinen.

Nach Ausschluss der schon erörterten Angaben über Neuentstehung des Kerns lässt sich als Einwurf noch die Beobachtung Kleinenberg's anführen, welcher, wie erwähnt, bei Hydra die Rückbildung des Keimflecks beschreibt. Auch hier muss ich hervorheben, dass die Richtigkeit der Beobachtung zu wenig gesichert erscheint. Denn wie es in der Natur der Sache liegt, kann Kleinenberg die rückgängige Metamorphose des Keimflecks nicht an ein und demselben Objecte verfolgt haben, sondern hat er dieselbe aus verschiedenen Bildern an verschiedenen Eiern gefolgert. Eine Täuschung halte ich daher um so eher möglich, als ja Kleinenberg gewiss von der Voraussetzung mit beeinflusst worden ist, dass mit dem Keimbläschen auch der Keimfleck sich rückbilden müsse.

Dagegen lassen sich für den Fortbestand des Keimflecks als Eikern eine Anzahl Gründe geltend machen, die ich hier in ihrer Gesammtheit noch einmal zusammenfasse.

Bei vielen Thieren ist zwischen dem Schwinden des Keimbläschens und dem Erscheinen des Eikerns in genau untersuchten Fällen kein kernloses Zwischenstadium beobachtet worden, wie bei den Seeigeln, bei Piscicola (Leydig), bei den Mollusken Lovén, bei den Medusen (Fol) etc. Dagegen ist es sehr leicht möglich, dass in den Fällen, wo das Ei nach dem Schwund des Keimbläschens als eine kernlose Dottermasse beschrieben worden ist, ein homogener kleiner Körper von der Grösse des Keimflecks übersehen wurde. Ferner

---

[1]) Schon Leuckart hat als allgemeines Resultat den Satz aufgestellt, dass das Verschwinden des Keimbläschens unabhängig von der Befruchtung erfolgt. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. IV.

besteht der Kern des reifen unbefruchteten Eies (der Eikern) aus derselben Substanz wie der Keimfleck: wie dieser ist er ein membranloser, homogener, ziemlich fester Körper, der sich in Carmin stark roth färbt.

In den Seeigeleiern, einem sehr günstigen Objecte, konnte bei einem ausgedehnten Untersuchungsmaterial und bei besonders darauf gerichteter Beobachtung eine rückgängige Metamorphose des Keimflecks nie bemerkt werden. Dagegen bestand zwischen dem Verschwinden des Keimflecks und dem Auftreten des Eikerns ein sehr auffälliges und constantes Wechselverhältniss. War der Keimfleck im rückgebildeten Keimbläschen vorhanden, so fehlte im Dotter der Eikern und umgekehrt. Auch besassen hier die beiden Körper die gleiche Grösse. (Uebrigens lassen sich Fälle, wo der Eikern grösser als der Keimfleck ist, nicht als Beweise gegen die Identität beider Körper anführen, da eine Vergrösserung des freigewordenen Keimflecks durch Imbibition mit Kernsaft erfolgen kann.)

Gestützt auf diese Beobachtungen, auf den Mangel entgegengesetzter erwiesener Thatsachen und geleitet von allgemeineren theoretischen Gründen, gelange ich zu demselben Endergebniss, mit welchem ich schon den Beobachtungstheil abschloss. Es scheint mir in hohem Grade wahrscheinlich zu sein, dass im ganzen Thierreich der Eikern des reifen befruchtungsfähigen Eies vom Keimfleck des sich auflösenden Keimbläschens abstammt.

Wie viel dieser Annahme noch die thatsächliche Begründung fehlt, um sie zu einem allgemeinen Gesetz zu erheben, bin ich mir wohl bewusst, doch hoffe ich für sie bald weitere Thatsachen beibringen zu können. Namentlich verlangen hier die Eier der Fische, Amphibien, Reptilien und Vögel noch eine eingehendere Untersuchung.

II. Abschnitt.

Die Eibefruchtung.

Wenn man eine Anzahl Seeigel zur Zeit der Geschlechtsreife in einem Wassergefäss zusammen hält, so entleeren sowohl die männlichen wie die weiblichen Thiere bald freiwillig aus den fünf Genitalplatten ihre Geschlechtsproducte in grossen Quantitäten. Zum Zweck

der Untersuchung ist es indessen vorzuziehen, die künstliche Befruchtung einzuleiten, um den Zeitpunct, wo Sperma und Eier sich treffen, genau bestimmen zu können. An den Seeigeln sind äusserlich keine Geschlechtsunterschiede wahrzunehmen, dagegen unterscheidet man bei geöffneten Thieren die Hoden leicht durch ihre bräunlich weisse Farbe von den rosenroth gefärbten Ovarien. Die Geschlechtsproducte verschafft man sich am besten in der Weise, dass man nach Eröffnung der Schale den Inhalt der Ovarien oder Hoden durch sanften Druck durch die Ausführungsgänge entleert und in Uhrschälchen sammelt. Beim Vermischen der Geschlechtsproducte muss man sich hüten zu viel von der Spermaflüssigkeit zu nehmen, da schon sehr geringe Quantitäten zur Befruchtung grosser Eimengen genügen. Durch mehrmaliges Umrühren der Flüssigkeit erreicht man es leicht, dass alle Eier befruchtet werden und alle fast gleichzeitig sich entwickeln.

Wenn man gleich nach dem Zusatz des Sperma die Eier unter ein Deckgläschen bringt, dessen Ecken man, um das Object vor Druck zu schützen, zweckmässiger Weise mit Wachsfüsschen versieht, so erblickt man schon eine Anzahl Spermatozoen an der Eihülle anhaften und pendelnde Bewegungen mit ihren Fäden ausführen. An der Stelle, wo die Spitze des Kopfes an die Eihülle bohrt, wird dieselbe leicht eingebogen. Oftmals habe ich längere Zeit solche Spermatozoen fixirt, ohne je einen Fortschritt in ihrem Vorwärtsdringen beobachten zu können, vielmehr erlahmten sie allmälig nach einer viertel oder halben Stunde in ihren Bewegungen und starben endlich ab.

Die unausgesetzte Beobachtung der an der Eihaut anhaftenden Spermatozoen hat mich am Anfang meiner Untersuchungen eine Anzahl Vorgänge ganz übersehen lassen, die bald nach der Vermischung der Geschlechtsproducte im Eidotter sich abspielen. Gerade diese Vorgänge aber sind es, die uns in den Befruchtungsact einen tieferen Einblick gestatten. Einmal auf dieselben aufmerksam geworden, gelang es mir später sie an jedem Ei, auf welches ich meine Aufmerksamkeit richtete, zu verfolgen, so dass meine Mittheilungen über diesen Gegenstand nicht auf vereinzelte und zufällige, sondern auf zahlreich angestellte Beobachtungen sich stützen. Da das von mir benutzte Untersuchungsobject so leicht zu erlangen und bequem zu handhaben ist, so wird jeder am Meer sich aufhaltende Forscher selbst sich von dem Vorgang der Befruchtung, wie ich ihn jetzt

schildern werde, überzeugen können, ohne auf erhebliche Schwierigkeiten bei der Beobachtung zu stossen.

Etwa fünf bis zehn Minuten nach der Vermischung der Eier mit dem Sperma tritt im Dotter ganz nahe an seiner Oberfläche eine sehr kleine helle Stelle auf, aus welcher die Körnchen verschwunden sind. Dieselbe nimmt ein wenig an Umfang zu, wird dadurch immer deutlicher und bietet bald einen sehr frappanten Anblick dar, indem die Dotterkörnchen in ihrer Umgebung sich in sehr regelmässiger Weise gruppirt haben (Fig. 7). Sie liegen nämlich in einzelnen Reihen dicht hintereinander und diese Reihen sind wieder nach dem Mittelpunct der hellen Stelle zu gerichtet, von welcher sie wie Radien nach allen Seiten ausstrahlen. Anfänglich ist diese Anordnung der Dotterkörnchen nur auf die nächste Umgebung des lichten Flecks beschränkt, je mehr dieser aber anwächst, um so mehr verlängern sich die Radien und werden schärfer und deutlicher (Fig. 8).

Bei aufmerksamer Betrachtung lässt sich jetzt auch in dem körnchenfreien Theil der Figur noch ein kleiner homogener Körper erkennen. Er besitzt fast die gleiche Lichtbrechung wie das umgebende Protoplasma und hebt sich daher von demselben nur wenig ab. Einige Male sah ich von dem kleinen Körper noch eine zarte Linie bis zur Eiperipherie reichen und sich hier in ein kurzes feines Fädchen verlängern, welches in den freien Raum zwischen Dotter und Eimembran hineinragte (Fig. 8).

Ein interessantes Phaenomen beginnt jetzt das Auge des Beobachters zu fesseln. Man sieht die eben beschriebene Figur mit deutlich wahrnehmbarer Geschwindigkeit von der Eiperipherie sich entfernen, in der Richtung nach dem Kern weiter in den Dotter eindringen, am Kern endlich anlangen und an denselben von einer Seite sich anlegen. Bei dieser Wanderung hat die Figur noch an Deutlichkeit zugenommen und lassen sich ihre Körnerradien fast bis zur Eiperipherie verfolgen. (Vergleiche die Figuren 7, 8, 10.)

Während dieser so beachtenswerthe Vorgang sich abspielt, verharrt der Eikern nicht in Unthätigkeit; vielmehr setzt sich derselbe gleichfalls in Bewegung, sobald als die Radienfigur von der Oberfläche sich entfernt, und rückt näher nach der Eimitte zu. Doch ist seine Bewegung langsam und kann leicht übersehen werden, wenn man nicht ein Object gewählt hat, in welchem der Eikern recht peripher gelagert ist. Dass aber eine Bewegung stattfindet, davon habe ich mich ganz sicher überzeugt, indem ich die Lageveränderung des Kerns mit dem Mikrometer controlirte.

Das Resultat dieser Vorgänge ist, dass beide Körper endlich sich treffen entweder in der Eimitte oder wenigstens in der Nähe derselben. In letzterem Falle verändern dann dieselben noch nachträglich zusammen allmälig ihre Lage, bis sie das Eicentrum einnehmen (Fig. 10).

Um den am Eikern anliegenden noch von einem homogenen Protoplasmahofe umgebenen kleineren Körper deutlicher zu sehen, empfiehlt es sich sehr die Auerbach'sche Compressionsmethode anzuwenden. Doch muss man hierbei besonders vorsichtig verfahren, da das Ei einen irgend wie erheblichen oder plötzlich gesteigerten Druck nicht verträgt sondern rasch abstirbt. Am deutlichsten sah ich den kleinen Körper, als ich in einem Falle durch eine rasch gesteigerte Compression die Eihülle zersprengte und es mir gelang die aneinander liegenden Gebilde durch den Strom des austretenden Dotters von einander zu entfernen. Hierbei liess sich dann auch erkennen, dass der kleine Körper aus einer ähnlichen festen Substanz wie der Eikern bestehen muss. Bei einer Messung ergab sich für ersteren die Grösse von 4 μ, für letzteren von 13 μ.

Die Erscheinungen vom Auftauchen des kleinen hellen Flecks an der Eiperipherie bis zu seiner völligen Annäherung an den Eikern haben sich in einem Zeitraum von etwa fünf Minuten vollzogen. Es tritt jetzt ein Stadium ein, wo man von beiden Körpern nur mehr oder weniger verschwommene Bilder erhält. Der Eikern verändert fortwährend in geringem Maasse seine Contouren, indem bald hier, bald da eine geringe Ausbuchtung sich bildet, und erklärt sich aus diesen, ich möchte sagen, amöboiden Formveränderungen leicht seine weniger scharfe Begrenzung. Der kleinere Körper entzieht sich bald vollständig der Beobachtung.

Nachdem dieses Stadium einige Zeit gedauert hat, tritt die Begrenzung des Eikerns wieder mit Deutlichkeit hervor, indem er eine mehr oder minder kuglige Gestalt annimmt. Er scheint an Grösse zugenommen zu haben und bestätigt sich dies auch bei vorgenommenen Messungen; denn während er vor der Befruchtung 13 μ maass, misst er jetzt 15 μ. Von dem kleineren Körper lässt sich keine Spur mehr auffinden (Fig. 11).

Während aller dieser Veränderungen hat sich die radiäre Anordnung der Dotterkörnchen nicht nur erhalten, sondern hat an Deutlichkeit und Ausdehnung noch zugenommen. Sowie die an der Eioberfläche entstandene helle Figur in die Mitte gerückt und mit dem Eikern zusammengetreten ist, kommt auch der letztere in die Strahlen-

figur zu liegen. Fast bis zur Eiperipherie lassen sich die einzelnen Körnerradien verfolgen, indem sie je mehr von dem gemeinsamen Centrum entfernt um so undeutlicher werden und sich schliesslich in den unregelmässig angeordneten Körnchen der Dotteroberfläche verlieren. Es entsteht so vollständig das Bild einer Sonne im Ei. Besser als jede Beschreibung erläutern die Figuren 8, 10 und 11 die regelmässige Anordnung der Dotterkörnchen auf den verschiedenen Stadien.

Um von den hier vorgetragenen Verhältnissen eine noch sicherere Vorstellung zu gewinnen, brachte ich Reagentien in Anwendung und kann ich besonders folgendes Verfahren empfehlen. Die in einem Uhrschälchen befruchteten Eier werden mit einer $^1/_{10}\,\%$ Osmiumsäure im geeigneten Momente übergossen und etwa 2—5 Minuten lang ihrer Einwirkung ausgesetzt. Die Flüssigkeit wird hierauf abgegossen, die noch anhaftende Osmiumsäure mit Wasser abgespült und das Object in Beale'schem Carmin gefärbt. Bei diesem Verfahren gerinnt der Dotter ganz homogen und wird nur sehr wenig geschwärzt. Durch ein baldiges Einlegen in Beale'sches Carmin wird einestheils die bei Osmiumanwendung sonst eintretende Nachdunklung der Eier vermieden, anderntheils werden die Kerne roth imbibirt, während der Dotter nur eine sehr geringe Färbung annimmt und daher vollkommen durchsichtig bleibt. Auf diesem Wege konnte ich mir Färbungsbilder von überzeugender Klarheit verschaffen.

Figur 13 zeigt ein so behandeltes Ei, das 10 Minuten nach der Vermischung der Geschlechtsproducte abgetödtet wurde. Man sieht hier den deutlich hervortretenden homogen geronnenen Eikern und ausser ihm noch nahe der Oberfläche einen zweiten kleineren Körper von 4 μ Durchmesser. Auch bei dieser Behandlung erkennt man, wie derselbe in einem Hofe körnchenfreien Protoplasma's liegt, und wie um diesen Hof die Dotterkörnchen in Radien angeordnet sind. Doch ist dies letztere Structurverhältniss nicht mehr so deutlich wie im frischen Zustande. Der Eikern und der kleinere Körper haben sich in Carmin dunkelroth gefärbt und lässt sich hieraus schliessen, dass auch der letztere aus Kernsubstanz besteht, dass mithin in der Eizelle zwei Kerne, ein grösserer und ein kleinerer sich befinden.

Durch Abtödtung der Eier nach 12 und 15 Minuten erhält man eine Reihe von Bildern, in denen man die Entfernung zwischen beiden Kernen geringer werden sieht, bis beide endlich dicht bei einander liegen Figur 14). Wenn man die Färbung der sich berührenden Kerne jetzt vergleicht, so fällt es auf, dass der kleinere ein

wenig intensiver als der grössere gefärbt ist, und mag dies von einer etwas dichteren Beschaffenheit der Kernsubstanz des ersteren herrühren.

Mit Hülfe der angegebenen Methode ist es mir endlich auch gelungen einen besseren Einblick in die Vorgänge zu gewinnen, welche, wie ich geschildert habe, zu dem Verschwinden des kleineren Kerns führten. Unter Nr. 12 habe ich eine Anzahl von Kernformen abgebildet wie ich sie in einer Anzahl von Präparaten vorgefunden habe. Da durch die Osmiumsäure eine momentane Gerinnung des Eiweisses herbeigeführt wird und die einzelnen Formen fast vollständig so wie sie im lebenden Zustande beschaffen waren, auch erhalten bleiben, so kann man aus diesen Bildern auf die Formen im ursprünglichen lebenden Zustand zurückschliessen. Der Eikern zeigt eine von der Kugelgestalt vielfach abweichende veränderliche Form, indem er bald oval, bald an dieser, bald an jener Seite plattgedrückt ist und hie und da kleine Vorsprünge zeigt. Der kleinere Kern ist von ihm in einigen Fällen durch einen minimalen Zwischenraum getrennt, in anderen dagegen berührt er ihn ganz unmittelbar. Hierbei hat er die Gestalt einer planconvexen Linse angenommen. Je nachdem er mehr oder minder langgestreckt ist, erscheint die Convexität seiner Krümmungsfläche geringer oder stärker. Seine dunklere Färbung in Carmin tritt jetzt am auffallendsten hervor und gibt ein Mittel an die Hand die dicht zusammengefügten Körper zu unterscheiden. An etwas später abgetödteten Eiern ist nur noch ein einfacher Kern in der Eizelle vorhanden. Wenn wir diesen letzteren Befund mit den zuvor erhaltenen Bildern, wo ein grösserer und ein kleinerer Kern sich unmittelbar berühren, zusammenhalten, dann lässt dies wohl keine andere Deutung zu, als dass hier eine Verschmelzung der beiden Körper stattgefunden haben muss. So ergibt sich die wichtige Thatsache: dass der unmittelbar vor der Furchung in der Eizelle vorhandene einfache Kern, um welchen die Dotterkörnchen in Radien angeordnet sind, aus der Copulation zweier Kerne hervorgegangen ist.

Von dem hier geschilderten regulären Gange der Befruchtung habe ich in einigen wenigen Fällen Abweichungen wahrgenommen, die eine kurze Erwähnung finden mögen. Während in der grössten Anzahl der durchmusterten Eier nach der Befruchtung nur eine helle Stelle an der Eiperipherie auftauchte, bemerkte ich ausnahmsweise auch deren zwei und in einem Fall sogar deren vier. In ihrem

Umkreis nahmen die Dotterkörnchen gleichfalls eine radiäre Anordnung an. Auch hier setzten sich die hellen Stellen in Bewegung, rückten nach dem Eikern hin und legten sich demselben an. In allen Fällen der Art, die ich noch weiter bis zur Theilung zu verfolgen suchte, trat indessen nie eine regelmässige Entwicklung ein, sondern die Eier starben bald ab, nachdem anomale Kernfiguren entstanden waren. Es liegt daher die Vermuthung nahe, dass vielleicht von vornherein die Eier pathologisch verändert waren und dass hieraus die abweichenden anomalen Erscheinungen zu erklären sind.

Hiermit schliesse ich die Darstellung der Vorgänge bei der Befruchtung ab, da die weiteren im Kern und im Dotter alsbald eintretenden Veränderungen zur Eifurchung überleiten und daher im dritten Abschnitt ihre Besprechung finden werden.

Wenn ich jetzt an die Deutung der so bemerkenswerthen Erscheinungen gehe, so lässt schon der Umstand, dass alle die besprochenen Veränderungen mit Constanz 5—10 Minuten nach der Vermischung der Geschlechtsproducte in fast allen Eiern auftreten, den sicheren Schluss zu, dass wir es mit einem durch die Befruchtung hervorgerufenen Vorgang zu thun haben. Da ich nun sogar in einigen Fällen von dem an der Eioberfläche gelegenen kleinen Kern eine zarte Linie nach der Dotterperipherie habe verlaufen und sich über dieselbe in ein kleines Fädchen verlängern sehen, so trage ich nicht das geringste Bedenken, die ganze Erscheinung direct von dem Eindringen eines Spermatozoon in den Dotter abzuleiten. Der in der homogenen Protoplasmaansammlung liegende kleine Kern ist alsdann der Kopf oder der Kern des eingedrungenen Spermatozoon. Zum Unterschied von dem Eikern werde ich daher denselben auch fortan nach seiner Abstammung als Spermakern bezeichnen. Welches Schicksal der mit ihm verbundene Faden erleidet, kann ich nicht mit Gewissheit entscheiden. In einem Falle, wo das Ei stark comprimirt war, erkannte ich im Dotter mit Deutlichkeit nahe an der Oberfläche ein vollständiges Spermatozoon mit Körper und Faden, bei den Eiern aber, wo Ei- und Spermakern sich genähert hatten, konnte ich an letzterem eine Verlängerung nie wahrnehmen. Wahrscheinlich wird der Schwanz des Samenthierchens entweder unmittelbar beim Eindringen in den Dotter oder während der nachfolgenden Wanderung aufgelöst.

Gegen die hier gegebene Deutung kann es nicht schwer in die Wage fallen, dass ich nie ein Spermatozoon von aussen durch die

Eihäute in den Dotter habe eindringen sehen. Wie die Beobachtung an der Eihaut ansitzender pendelnder lebensfrischer Spermatozoen lehrt, ist die Membran in ihrer allgemeinen Beschaffenheit undurchdringlich für dieselben, und wird sich wahrscheinlich in ihr eine besondere zum Eintritt geeignete Stelle (eine Art Mikropyle) irgendwo vorfinden, wie dies von anderen Eiern bekannt ist. In der Membran des Seeigeleies habe ich diese Stelle nicht entdecken können. Daher glückte es mir aber auch nicht unter den vielen am Ei haftenden Spermatozoen gerade auf den glücklichen Eindringling das Mikroskop einzustellen: erst durch die Veränderungen, die er im Ei hervorrief, wurde ich auf den Ort des Eintritts aufmerksam gemacht. Wenn man das Eindringen selbst beobachten will, dann wird man sich günstige Eier mit einer Mikropyle zur Untersuchung wählen müssen, wobei ich natürlich voraussetze, dass die Mikropyle die ihr zuertheilte Bedeutung besitzt.

Was die weiteren Vorgänge im Dotter anbetrifft, so ist die Ansammlung eines homogenen Protoplasmahofes und die Strahlenfigur augenscheinlich durch den im Centrum gelegenen Spermakern veranlasst: in welcher Weise dies geschieht, darauf werde ich ausführlicher im dritten Abschnitt zu sprechen kommen, in welchem ich eine Reihe ähnlicher Erscheinungen, die während der Eifurchung im Dotter sich abspielen, beschreiben und zu erklären versuchen werde. Einstweilen will ich nur das hervorheben, dass mir der Kern auf die homogenen Bestandtheile im Dotter eine Anziehung auszuüben und so als ein Attractionscentrum zu wirken scheint. Die angezogenen Theile würden sich in der Umgebung des Kerns am dichtesten ansammeln und von hier allseitig als Fäden in die Umgebung ausstrahlen, und zwischen ihre Interstitien würden sich die Dotterkörnchen lagern. Diese erscheinen hierbei als die passiv bewegten Theile, deren Lagerung uns äusserlich die gesetzmässige Anordnung der zwischen ihnen befindlichen Bestandtheile anzeigt.

Noch schwieriger mag es sein in die Kräfte, welche die Bewegung und Vereinigung der beiden Zellkerne herbeiführen, einen Einblick zu gewinnen. Hier lassen sich wohl verschiedene Ansichten aufstellen. Es könnte einerseits die contractile Substanz des Protoplasma der wirksame Factor sein, welcher im Eicentrum die Kerne zusammenführt: andererseits könnte die Bewegung auch von den Kernen allein ausgehen. Gestützt auf deren Formveränderungen kann man hier an amöboide Fortbewegung denken: oder man kann in dem Einanderentgegenwandern die Wirkung einer Af-

finität erkennen, welche die weibliche auf die männliche Kernsubstanz ausübt; oder endlich kann man hierin einen complicirten Vorgang erblicken, der durch das Zusammenwirken verschiedener Kräfte hervorgerufen ist. Zur Zeit lässt sich auf solche Fragen noch keine Antwort geben; denn da chemische und physikalische Experimente hier nicht ausführbar erscheinen, so entziehen sich diese Verhältnisse vorläufig unserer Untersuchung.

Wenn wir aber auch alle die aufgeworfenen Fragen ganz unbeantwortet lassen und uns nur an die morphologischen Ergebnisse der Untersuchung halten, so haben wir schon durch sie einen tieferen Einblick in das Wesen der Befruchtung gethan, als vordem möglich gewesen ist. Wenn man früher einfach die Befruchtung auf eine Copulation zweier Zellen zurückführte, so haben wir jetzt erkannt, dass der wichtigste Vorgang hierbei die Verschmelzung der beiden Zellkerne ist. Indem der Eikern mit dem Spermakern sich vermischt, entsteht erst ein mit lebendigen Kräften ausgestatteter Kern, der in wirksamer Weise die weiteren Entwicklungsvorgänge im Dotter anregt und sie in vielfacher Beziehung beherrscht. Zum Unterschied vom Eikern will ich denselben als Kern der ersten Furchungskugel oder kurz als Furchungskern bezeichnen[1]).

[1]) Wie wir gesehen haben, besteht vorübergehend in der Eizelle ein Zustand, den wir als einen hermaphroditischen bezeichnen können, insofern in einer gemeinsamen Protoplasmamasse zwei mit verschiedenen Fähigkeiten versehene, geschlechtlich unterschiedene Kerne vorhanden sind. Man wird hier unwillkürlich an Verhältnisse erinnert, welche schon seit längerer Zeit von den Infusorien bekannt sind. Hier finden sich im Körperparenchym gleichfalls zwei Gebilde vor, welche man als Nucleus und Nucleolus beschrieben hat, besser aber wohl Kern und Nebenkern nennen wird. Dieselben lassen sich nach den Veränderungen, die sie bei der Fortpflanzung eingehen sollen, recht gut mit dem Ei- und Spermakern der Eizelle vergleichen. Von diesem Gesichtspunct aus können dann die Infusorien als hermaphrodite einzellige Organismen aufgefasst werden, insofern bei ihnen die geschlechtliche Differenzirung der Kernsubstanz, die bei anderen Organismen in 2 getrennten Zellen sich vollzogen hat, in einer Zelle eingetreten ist.

Aus diesen Reflexionen geht zugleich hervor, wie unzulässig es ist, von einem Gegensatz der beiden primären Keimblätter die geschlechtliche Differenzirung herleiten zu wollen (Edouard van Beneden: De la distinction originelle du testicule et de l'ovaire. Bulletins de l'Académie royale de Belgique 2me serie tome XXXVII 1874), dieselbe scheint mir vielmehr auf elementare Vorgänge im Leben der einzelnen Zelle zurückgeführt werden zu müssen. Schon die einfache Zelle enthält die Fähigkeit zu einer geschlechtlichen Differenzirung; und können hier die polaren Gegensätze entweder in einer Zelle (Infusorien) oder in zwei Zellen (die meisten Organismen) zur Entwicklung kommen. In ersterem Falle kann man von einem Hermaphroditismus, in letzterem von einem Gonochorismus der Zelle reden.

Wer genauer mit den Arbeiten bekannt ist, die gerade in der letzten Zeit über die ersten Vorgänge im befruchteten Ei veröffentlicht worden sind, dem wird es vielleicht aufgefallen sein, dass viele der von mir beschriebenen Erscheinungen mit einer Reihe von Thatsachen, die man schon an anderen Objecten erhalten hat, eine grosse Aehnlichkeit besitzen. Ich habe hier Untersuchungen von Auerbach, Bütschli und Strasburger im Auge. Wie ich gleich nachzuweisen hoffe, sind bereits Theile des Befruchtungsvorganges von diesen Forschern beobachtet, aber nicht als solche gedeutet worden.

Nach den genauen Angaben Auerbach's[1]), von deren Richtigkeit man sich leicht überzeugen kann, entstehen in den ovalen Eiern von Ascaris nigrovenosa und Strongylus auricularis nach ihrem Zusammentreffen mit den Spermatozoen in den beiden Eipolen nahe der Oberfläche im Dotter zwei kleine helle Stellen. Dieselben vergrössern sich langsam zu glatt contourirten membranlosen Kugeln, welche aus einer zähflüssigen Substanz bestehen. Dann setzen sich beide in Bewegung und rücken langsam mit wachsender Geschwindigkeit auf einander zu bis sie sich im Eicentrum treffen. Hier angelangt platten sie sich einander ab, so dass sie wie zwei Halbkugeln mit abgerundeten Kanten auf breiter Berührungsfläche aneinander haften. Die Trennungslinie der beiden Halbkugeln steht Anfangs senkrecht zur Längsaxe des Eies: bald aber beginnt das Kugelpaar sich zu drehen, so lange bis die Trennungslinie mit der Längsaxe des Eies zusammenfällt. Dann verschmelzen beide und bilden so den centralen Kern der ersten Furchungskugel. Indem Auerbach eine Erklärung für diese Erscheinung zu geben versucht, hält er es für naheliegend, daran zu denken, »dass wie zur Fortpflanzung ganzer organischer Wesen eine Copulation zweier Individuen oder wenigstens zweier Zellen in irgend welcher Form nöthig ist, so auch hier eine ähnliche Bedingung für die Fortpflanzung der Eikerne gefunden sei.« Zwischen beiden Kernen sollen materielle Differenzen bestehen, da das Material des einen aus der vorderen[2]) Eihälfte, in welcher die befruchtenden Zoospermien eingedrungen waren, das Material des anderen aus der hinteren Eihälfte herstammt. Diese Differenzen sollen durch die Verschmelzung ausgeglichen werden. »Nach dieser Auffassung,« meint Auerbach, »ist das Bedürf-

[1]) Auerbach. Organologische Studien. Heft II.

[2]) Vorderen Eipol nennt Auerbach den zuerst aus dem Eileiter in den Uterus vordringenden Theil.

niss zu diesem ganzen Complex von Leistungen wesentlich durch die besondere Beschaffenheit der befruchteten Nematodeneier bedingt, nämlich durch ihre längliche Gestalt und durch die eigenthümlichen Verhältnisse beim Befruchtungsacte, indem sie, durch einen engen Canal sich durchzwängend, zunächst nur ihre vordere Polargegend den Zoospermien darbieten.«

Wenn ich mit den Auerbach'schen Beobachtungen die von mir an den Seeigeleiern beschriebenen Vorgänge vergleiche, so kann ich an einer vollkommenen Uebereinstimmung beider nicht länger zweifeln. Ich deute daher auch den am vorderen Eipol auftauchenden hellen kleinen Fleck als den auf ein eingedrungenes Spermatozoon zurückführbaren Spermakern, dagegen den am hinteren Eipol gleichzeitig wahrnehmbar werdenden Fleck als Eikern, dessen Abstammung vom Keimfleck des Keimbläschens ich schon früher wahrscheinlich gemacht habe. Beide Kerne vergrössern sich dadurch, dass die anfangs dichte Kernsubstanz einen flüssigeren Kernsaft aus dem Dotter in sich aufnimmt. Durch die Copulation des Ei- und Spermakerns entsteht endlich wie in den Seeigeleiern der Furchungskern.

Aehnliche Beobachtungen wie Auerbach hat Bütschli[1]) an Nematoden, wie Tylenchus, Cephalobus, Rhabditis, Diplogaster und Cucullanus sowie an zwei Schnecken, Lymnaeus auricularis und Succinea Pfeifferi angestellt, doch hat er nicht immer nur zwei Kerne, sondern in einzelnen Fällen bei einigen Arten deren drei bis fünf an der Dotteroberfläche entstehen und allmälig im Eicentrum mit einander verschmelzen sehen. Meist sollen dieselben an der Stelle, wo das Keimbläschen sich aufgelöst hatte, aufgetreten sein und wahrscheinlich aus der Keimbläschenmaterie sich neugebildet haben. Bütschli ist der Ansicht, dass die Entstehung des Kernes der ersten Furchungskugel durch Vereinigung zweier oder mehrerer getrennt entstandener Kerne ein Vorgang von weiter, vielleicht allgemeiner Verbreitung ist. Hierbei wirft er die Frage auf, ob nicht der mehrkernige Zustand der ursprünglichere und der einkernige aus diesem hervorgegangen ist, und ist er geneigt den mehrkernigen Zustand der Furchungskugeln als ein hinterlassenes Erbstück eines ehemaligen Vorfahren der höheren Organismen zu beurtheilen.

Wie mir scheint, lassen sich diese Beobachtungen Bütschli's

---

[1]) Bütschli. Vorläufige Mittheilungen über Untersuchungen, betreffend die ersten Entwicklungsvorgänge im befruchteten Ei von Nematoden u. Schnecken. Zeitschrift f. wissensch. Zool. Bd. XXV.

ebenfalls als Befruchtungsvorgänge in der mehrfach angegebenen Weise deuten, mit dem Unterschied, dass bei einigen Arten mehr als ein Spermatozoon in den Dotter eindringt und mit dem Eikern verschmilzt. In der Beziehung erinnere ich noch einmal an die Befunde, die ich ausnahmsweise bei der Befruchtung der Seeigeleier erhalten habe.

Endlich finde ich in Strasburger's[1] Buch: über Zellbildung und Zelltheilung Vorgänge beschrieben und auf Tafel VII. Fig. 2—7 dargestellt, deren Aehnlichkeit mit den von mir gegebenen Bildern Fig. 8, 10, 11) wohl nicht zu verkennen ist. Bei Phallusia mammillaris, dem Untersuchungsobject Strasburger's, entsteht, wie bei Toxopneustes lividus, kurze Zeit nach der Befruchtung in der Eiperipherie eine körnchenfreie Stelle, um welche das angrenzende körnige Protoplasma eine radiale Anordnung zeigt. Die so entstandene Figur wandert nun in einigen Minuten von der Peripherie nach dem Centrum und bildet hier eine körnchenfreie Stelle, von welcher Reihen von Dotterkörnchen ausstrahlen, um allseitig die Peripherie des Eies zu erreichen. Die homogene Masse im Centrum der Strahlenfigur deutet Strasburger als Zellkern und gründet hierauf seine Ansicht, nach welcher der Kern ein von der Hautschicht abgeschnürtes Stück sein soll. Wie ich schon früher hervorgehoben habe, kann ich dieser Auffassung nicht beistimmen, vielmehr scheint mir, wenn ich Strasburger's Beschreibung und Zeichnungen mit meinen Beobachtungen vergleiche, hier eine andre Erklärung zulässig zu sein.

Strasburger bildet nämlich in der homogenen Hautschichtmasse, seinem Kerne, in Fig. 6 zwei kleinere, dagegen in den Figuren 4 und 7 eine ziemlich grosse Vacuole ab. Die Bildung der Vacuolen soll schon zu der Zeit erfolgen, wo die Hautschicht von der Peripherie nach der Mitte des Eies wandert. »Diese Kernvacuolen,« sagt Strasburger, »sind auch an lebenden Objecten leicht sichtbar und sind jedenfalls sehr oft mit dem wirklichen Kern verwechselt worden, der wegen seiner, gegen die umgebende Masse nur geringen Brechungsverschiedenheit im lebenden Zustande sehr schwer zu erblicken ist.«

Da nun in den Seeigeleiern die Kerne auch wie Vacuolen im Dotter aussehen und zu gewissen Zeiten von homogenen Protoplasmahöfen umgeben sind, so bin ich fest überzeugt, dass bei Phallusia

---

[1] Strasburger. Ueber Zellbildung und Zelltheilung. Jena 1875.

ebenfalls die Hautschichtmasse, welche Strasburger als Kern gedeutet hat, nur dem Protoplasmahofe, die Vacuole in demselben aber dem Kerne selbst entspricht. Ich deute dann die 2 Vacuolen in Fig. 6 als Ei- und Spermakern, die einfache Vacuole in Figur 7 dagegen als Furchungskern [1]).

In dieser Auffassung werde ich um so mehr bestärkt, als Strasburger der Ansicht ist: Auerbach habe bei den Nematoden die in den Kernen sich bildenden Vacuolen jedenfalls für die Kerne selbst gehalten. Ich habe nun nach dem Erscheinen der organologischen Studien die Eier von Ascaris nigrovenosa mehrfach untersucht und muss mich, gestützt auf die hierbei erhaltenen Resultate, der Ansicht Auerbach's anschliessen, nach welcher die hellen Kugeln im Protoplasma die Kerne selbst und nicht, wie Strasburger meint, Vacuolen im Kerne sind.

An den zuletzt angeführten Arbeiten glaube ich gezeigt zu haben, dass schon in einer beträchtlichen Anzahl verschiedener thierischer Eier Theile des Befruchtungsvorganges zur Beobachtung gekommen sind. Wie sich bei dem erhöhten Interesse, welches somit in letzter Zeit den ersten Entwickelungsvorgängen im Ei zu Theil geworden ist, wohl mit Sicherheit erwarten lässt, werden ausgedehntere Untersuchungen uns hoffentlich bald über die Verbreitung der geschilderten Erscheinungen nicht nur im Thier- sondern auch im Pflanzenreich und bei den niedersten einzelligen Organismen weitere Aufklärung verschaffen.

Literaturangaben. Die Vorgänge, durch welche bei der Befruchtung die Entstehung eines neuen Wesens herbeigeführt wird, waren lange Zeit für die wissenschaftliche Forschung ein Gegenstand tiefsten Dunkels, ein Gebiet, auf welchem man ohne Anhalt herumtappend in Hypothesen sich erschöpfte. Es würde uns zu weit führen, auf die unzähligen und oft wunderbar phantastischen Vorstellungen und Theorieen einzugehen, welche in den letzten Jahrhunderten aufgestellt worden sind und deren Anzahl sich auf einige Hunderte belaufen soll; vielmehr werde ich mich beschränken einen kurzen Abriss von der Entwickelung zu geben, welchen unsre Kenntnisse über die Befruchtung in den letzten vierzig Jahren genommen haben.

Da der Samen der Wirbelthiere, mit dessen Untersuchung man

[1]) Wie Strasburger's Figur 3, in welcher viele Vacuolen in der Hautschichtmasse dargestellt sind, und seine Figur 4, in welcher eine Vacuole fehlt, zu erklären sind, muss ich dahingestellt sein lassen.

sich zuerst ausschliesslich beschäftigt hatte, aus zwei Bestandtheilen besteht: aus einer Flüssigkeit und darin befindlichen organisirten, meist beweglichen Elementen, so war man lange Zeit in Zweifel, welcher Bestandtheil der befruchtende sei. In den ersten vier Jahrzehnten dieses Jahrhunderts nahm man fast allgemein an, dass die Samenflüssigkeit befruchte, indem sie bei der Berührung mit den Eiern durch die Hüllen durchdringe und mit dem Dotter sich mische. Die Spermatozoen dagegen hielt man für parasitische Thiere. Noch in Joh. Müller's Physiologie heisst es [1]: »Ob die Samenthierchen parasitische Thiere oder belebte Urtheilchen des Thieres, in welchem sie vorkommen, sind, lässt sich für jetzt noch nicht mit Sicherheit beantworten.« Selbst als man die wahre Natur der Spermatozoen erkannt hatte, theilten ihnen trotzdem noch viele Forscher eine untergeordnete Rolle beim Acte der Befruchtung zu. Durch ihre Bewegungen sollten die Spermatozoen die leicht veränderliche und leicht in Zersetzung übergehende Mischung des Samens erhalten. Ferner sollten sie eine wesentliche Bestimmung als Träger der befruchtenden Flüssigkeit erfüllen [2].

Diese Auffassung wurde allmälig durch eine vergleichende Untersuchung des Samens im Thierreich und durch das physiologische Experiment widerlegt.

In seinen Beiträgen zur Kenntniss der Geschlechtsverhältnisse und der Samenflüssigkeit wirbelloser Thiere zeigte Kölliker [3], dass der Samen mancher Thiere, wie z. B. der Polypen, nur aus Spermatozoen besteht und dass die sogenannte Samenflüssigkeit fehlt. Gleiches fand Reichert [4] für die Nematoden. Durch das physiologische Experiment erkannte man, dass Samenflüssigkeit mit unreifen Spermatozoen und ebenso filtrirter reifer Samen nicht befruchte. Dies wurde für die Anschauung bestimmend, dass die Spermatozoen die bei der Befruchtung wirksamen Theile sind und dass die bei den höheren Thieren unter complicirteren Geschlechtsverhältnissen hinzutretenden Flüssigkeiten nur als »Menstruum der

---

[1] Joh. Müller. Handbuch der Physiologie des Menschen. B. II. pag. 637.

[2] Bischoff. Entwicklungsgeschichte des Hundeeies 1845. pag. 17.

[3] Kölliker. Beiträge zur Kenntniss der Geschlechtsverhältnisse und der Samenflüssigkeit wirbelloser Thiere 1841. Nach Leuckart (Artikel Zeugung) citirt.

[4] Reichert. Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der Samenkörperchen bei den Nematoden. Archiv f. Anat. u. Phys. 1847. pag. 135.

Samenkörperchen von untergeordneter physiologischer Bedeutung angesehen werden dürfen[1].«

Seit der Zeit wurde die Art, in welcher die Spermatozoen befruchtend wirken, zum Gegenstand wissenschaftlicher Erörterung. Bei mikroskopischer Untersuchung hatte man früher dieselben stets nur äusserlich den Eihüllen anhaften gesehen. Dieser Umstand, sowie die epochemachenden Arbeiten Liebig's veranlassten Bischoff 1847 eine Theorie der Befruchtung durch Contact aufzustellen[2]. Nach derselben wirkt »der Same beim Contact, bei Berührung, durch katalytische Kraft, d. h. er constituirt eine in einer bestimmten Form der Umsetzung und inneren Bewegung begriffene Materie, welche Bewegung sich einer anderen Materie, dem Ei, die ihr nur einen höchst geringen Widerstand entgegensetzt, oder wie wir auch sagen können, in dem Zustande der grössten Spannung oder der grössten Neigung zu einer gleichen und ähnlichen Bewegung und Umsetzung sich befindet, mittheilt und in ihr eine gleiche und ähnliche Lagerungsweise der Atome hervorruft.« Die Eihüllen sollten dieser Wirkung kein Hinderniss in den Weg setzen.

Dieser Theorie hat sich Leuckart in dem Artikel Zeugung angeschlossen. Auch ihm erscheinen »die Vorgänge im befruchteten Ei als das Product von zweierlei Factoren, von der primitiven Disposition des Bildungsmateriales und von der molecularen Bewegung, die demselben von den Samenkörperchen bei der Berührung mitgetheilt wird[3].«

Auf die Unhaltbarkeit dieser Auffassung machte schon frühzeitig R. Wagner aufmerksam, weil durch die blosse Contacttheorie die Uebertragung der Eigenschaften des Vaters auf die Nachkommenschaft nicht erklärt werde, vielmehr eine Betheiligung des männlichen Zeugungsstoffes als solchen bei der Befruchtung durchaus erforderlich erscheine[4].

In der Geschichte unseres Gegenstandes tritt jetzt eine Periode ein, welche sich dadurch auszeichnet, dass von verschiedenen Seiten Beobachtungen mitgetheilt werden, nach welchen Spermatozoen inner-

[1] Leuckart. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie B. IV, pag. 906.

[2] Bischoff. Theorie der Befruchtung. Archiv f. Anat. u. Phys. 1847. Entwicklungsgeschichte des Meerschweinchens 1852.

[3] Leuckart. Wagner's Handwörterbuch B. IV. pag. 960.

[4] Wagner's Handwörterbuch f. Physiol. B. IV. pag. 1001—1018.

halb der Eihaut und im Dotter bei verschiedenen Thieren wahrgenommen worden sind.

Die erste derartige Angabe rührt von Barry her, der an Kanincheneiern im Zweitheilungsstadium innerhalb der Dotterhaut zwischen und in den Zellen Spermatozoen beschrieben hat[1]). Einige Jahre später will derselbe noch genauer den Befruchtungsvorgang selbst beobachtet haben. An dem auf der Dotteroberfläche gelegenen Keimbläschen des Säugethiereies und ebenso in der zona pellucida über ihm soll eine kleine Oeffnung entstehen; hier soll das Spermatozoid eindringen; sein befruchtender Stoff soll von dem ihm entgegenwandernden Keimfleck aufgenommen werden. In dem Keimfleck (der Hyaline Barry's), welcher so mütterlichen und väterlichen Befruchtungsstoff vereinigt, soll jetzt der schon früher erwähnte Keimflecktheilungsprocess beginnen[2]).

An Barry's Angaben schliessen sich Untersuchungen von Nelson an, welche an den Eiern von Ascaris mystax angestellt wurden[3]). Hier sollen die Spermatozoen vor dem Verschwinden des Keimbläschens in die Oberfläche des Dotters in grösserer Anzahl eindringen, anschwellen, durchsichtig werden und sich auflösen. Dann soll das Keimbläschen untergehen, der Keimfleck aber bestehen bleiben und sich vergrössern und das Embryonalbläschen bilden (the embryonic vesicle and spot).

Vieles Aufsehen erregte in wissenschaftlichen Kreisen das 1853 erschienene Werk Keber's[4]) »Ueber den Eintritt der Samenzellen in das Ei.« Gleichzeitig in lateinischer und deutscher Sprache abgefasst war dasselbe den bedeutendsten Männern seiner Zeit, Baer, Barry, Bischoff, Müller, Rathke, Wagner gewidmet und zur Beurtheilung empfohlen. Keber hat an den Eiern der Flussmuschel eine Oeffnung entdeckt, durch welche die Samenzellen in den Dotter eindringen sollen, und hat er dieselbe die Mikropyle des Eies benannt. An ihrem Eingang hat er im Dotter einen länglichen Körper liegen sehen und denselben für ein eingedrungenes Spermatozoon gedeutet. Nach seinen Beobachtungen soll es schon in den unreifen

[1]) Barry. Philosophical Transactions 1843 Pars I. Wörtlich mitgetheilt in Keber's Abhandlung: De spermatozoorum introitu in ovula. pag. 63.

[2]) Barry. Archiv für Anatomie u. Physiologie 1850 pag. 554.

[3]) Nelson. On the reproduction of Ascaris mystax. Proceedings of the royal Society. Vol. VI. pag. 86. Philosophical Transactions 1852.

[4]) Keber. De spermatozoorum introitu in ovula. Königsberg 1853.

Eierstockseiern vorhanden sein, ein viertel Jahr lang in denselben verweilen und sich dann auflösen.

Die Arbeit Keber's fand gleich bei ihrem Erscheinen eine herbe, aber gerechte Kritik durch Funke [1]) in Schmidt's Jahrbüchern der gesammten Medicin. Desgleichen griff Hessling [2]) auf eigene Untersuchungen gestützt die durch schlechte Methode erhaltenen Resultate an und hob namentlich hervor, dass der vermeintliche Samenfadenkopf nichts Anderes sei, als der bisweilen scharf contourirte Rand der inneren Oeffnung der Mikropyle [3]). Auch andere Forscher, die sich seitdem mit dem Gegenstand beschäftigt haben, konnten Keber's Deutung nicht bestätigen (Bischoff [4]), Bruch [5]), Flemming [6]). Trotzdem verharrte derselbe bei seiner ersten Behauptung und suchte dieselbe durch eine zweite Arbeit zu stützen [7]). Obwohl die Untersuchungen Keber's in ihren Hauptsachen nicht bestätigt wurden, so haben dieselben doch eine nicht unbedeutende Rolle in der Geschichte des vorliegenden Gegenstandes gespielt, indem sie sowohl eine lebhafte wissenschaftliche Erörterung hervorriefen als auch für eine Anzahl weiterer Untersuchungen die Veranlassung wurden. Die Frage nach dem Eindringen der Spermatozoen in den Dotter war damals gleichsam eine brennende Tagesfrage in der Wissenschaft geworden. Welchen Werth man auf die Beobachtung eines Spermatozoen innerhalb der Dotterhaut legte, geht recht augenscheinlich daraus hervor, dass Barry sowohl als Nelson, Keber und später Meissner jedesmal ein Collegium von Professoren und Doctoren zu-

[1]) Funke. Schmidt's Jahrbücher der gesammten Medicin. B. 80. pag. 118.

[2]) Hessling. Einige Bemerkungen zu des Dr. Keber's Abhandlung: »Ueber den Eintritt der Samenzellen in das Ei.« Zeitschr. f. wiss. Zool. B. V. 1854.

[3]) Nach den neueren Untersuchungen Flemming's soll der Keber'sche Körper in der Mikropyle des Eierstockseies als Körper existiren, aber nicht zu den Befruchtungsvorgängen sondern zu den Ernährungsvorgängen des Dotters in Beziehung stehen.

[4]) Bischoff. Widerlegung des v. Dr. Keber etc. behaupteten Eindringens der Spermatozoiden in das Ei. 1854.

[5]) Bruch. In einem an Keber gerichteten Brief mitgetheilt in Keber's mikroskop. Untersuchungen über die Porosität der Körper 1854.

[6]) Flemming. Ueber die ersten Entwicklungserscheinungen am Ei der Teichmuschel. Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. X.

[7]) Keber. Mikroskopische Untersuchungen über die Porosität der Körper nebst einer Abhandlung über den Eintritt der Samenzellen in das Ei. Königsberg 1854.

sammenberiefen, um ihnen den Befund zu zeigen und Zeugniss von ihnen ablegen zu lassen.

Schon ein Jahr nach KEBER's letzter Abhandlung erschienen weitere Untersuchungen von NEWPORT, BISCHOFF und MEISSNER.

NEWPORT[1]) theilt in den Philosophical Transactions Beobachtungen mit, nach denen er das Eindringen der Spermatozoen in das Innere des Froscheies in der ersten Stunde nach der Befruchtung unmittelbar verfolgt hat, und nimmt er an, dass die Vermischung der Bestandtheile der eingedrungenen und zerfallenden Samenelemente mit der Substanz des Dotters den wahren Befruchtungsact bedingt.

Auch BISCHOFF[2]), der Begründer der Contacttheorie, bestätigt jetzt selbst, wogegen er früher vielfach angekämpft hatte, den Eintritt der Spermatozoen in das Ei der Frösche und des Kaninchens. MEISSNER[3]) endlich beschreibt die Befruchtungsvorgänge von den Eiern verschiedener Thiere und namentlich von Ascaris mystax, welche nach NELSON's Vorgang ein Hauptuntersuchungsobject in dieser Frage geworden war. Die Eier von Ascaris mystax sollen eine Mikropyle besitzen, durch welche die Samenkörperchen in grösserer Anzahl eindringen. Im Dotter sollen dieselben sich allmälig immer mehr abrunden und schliesslich zu grösseren oder kleineren sphärischen Fetttropfen werden, die sich in Aether lösen und die nicht eine Spur ihrer Vergangenheit mehr verrathen. Mehrere Fetttropfen sollen zu einem zusammenfliessen und endlich mit dem Dotter sich mischen. Der Theil des Samenkörperchens, welcher die Fettmetamorphose eingeht, soll der wichtigste Theil, das eigentlich befruchtende sein. Ferner schildert MEISSNER die Mikropyle an verschiedenen Insecteneiern und theilt einen Befund mit, dem zu Folge er an Kaninchencieren, die schon im Stadium der Keimblase sich befanden, Spermatozoen zwischen den Zellen gesehen hat.

Die Untersuchungen MEISSNER's über Ascaris mystax erfuhren ein ähnliches Schicksal wie KEBER's Arbeiten, indem sie einen lebhaften

---

[1]) NEWPORT. On the Impregnation of the Ovum in the Amphibia. Philosophical Transactions 1853. T. II. Referirt nach CANSTATT's Jahresbericht. Würzburg 1855. Band I.

[2]) BISCHOFF. Bestätigung des von Dr. NEWPORT bei den Batrachiern und von Dr. BARRY bei dem Kaninchen behaupteten Eindringens der Spermatozoiden in das Ei. Giessen 1854.

[3]) MEISSNER. Beobachtungen über das Eindringen der Samenelemente in den Dotter. Zeitschrift f. wiss. Zool. Bd. VI 1855.

Widerspruch hervorriefen, so von Seiten Bischoff's [1]), Claparède's [2]) und Munk's [3]). Claparède, welcher uns am vorurtheilsfreisten untersucht zu haben scheint, zeigt, dass Meissner's Mikropyle bei den Eiern von Ascaris mystax nicht besteht, dass die von Nelson und Meissner über die Befruchtung mitgetheilten Beobachtungen unzureichend sind, um das Eindringen der Spermatozoen festzustellen, dass endlich die Theorie der Umwandlung der Samenkörperchen in Fett jeden festen Grundes ermangelt und dieselbe durchaus nicht aufrecht erhalten werden kann.

Eine weitere Arbeit Meissner's [4]) über die Befruchtung von Echinus esculentus stand mir leider nicht im Original zur Verfügung. Wie ich aber aus einem Referat in Canstatt's Jahresberichten [5]) ersehe, beschreibt Meissner eine Mikropyle in den Hüllen des Seeigeleies. Von den zahlreichen Spermatozoen, die sich in reichlicher Menge an der Mikropyle ansammeln, sollen nur wenige in den Dotter eindringen

Wenn ich die mitgetheilten Untersuchungen einer Beurtheilung unterwerfe, so vermisst man in dem grössten Theil derselben in hohem Grade eine sachgemässe Darstellung und Deutung der beobachteten Thatsachen. Denn wie hätte sonst Keber den Körper, den er ein viertel Jahr lang an derselben Stelle liegend fand, und wie hätte Meissner Fetttropfen für umgewandelte Spermatozoen erklären dürfen. Da ferner nie die angewandte Untersuchungsmethode mitgetheilt und objectiver Befund und Beurtheilung nicht genügend auseinandergehalten worden ist, so ist es wirklich schwierig, ein richtiges Urtheil darüber sich zu bilden, wie vieles von den älteren Forschern richtig beobachtet worden ist. Jedenfalls aber beschränken sich die wissenschaftlichen Errungenschaften aus den angeführten Arbeiten, soweit sie über den Befruchtungsact handeln, auf den Nachweis einer Oeffnung in den Hüllen vieler Eier, der sogenannten Mikropyle (Keber) und auf den Nachweis der Spermatozoen innerhalb der Dotterhaut

---

[1]) Bischoff. Ueber Ei- und Samenbildung und Befruchtung bei Ascaris mystax. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. VI.

[2]) Claparède. Ueber Eibildung und Befruchtung bei den Nematoden. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. IX.

[3]) Munk. Ueber Ei- und Samenbildung und Befruchtung bei den Nematoden. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. IX.

[4]) Meissner. Ueber die Befruchtung der Eier von Echinus esculentus. Verhandl. der naturf. Gesellschaft in Basel. Basel 1856.

[5]) Canstatt's Jahresbericht über die Fortschritte der gesammten Medicin im Jahre 1856. Würzburg 1857. pag. 147.

und im Dotter. Dagegen hat keiner der angeführten Forscher die weiteren Schicksale eines in den Dotter eingedrungenen Samenkörperchens richtig beobachtet.

In den nun folgenden Jahren scheint das Interesse für die Vorgänge bei der Befruchtung mehr und mehr abgenommen zu haben. Zwar finden sich noch hie und da kleinere Mittheilungen über ein Verschmelzen der Spermatozoen mit dem Dotter, dagegen ist mir eine umfassendere und speciell auf diesen Gegenstand gerichtete Untersuchung aus diesem Zeitabschnitt nicht bekannt. Die neuesten Beobachtungen über den Vorgang der Befruchtung hat Bütschli[1]) mitgetheilt. »Bei Cephalobus rigidus, einem sehr günstigen Objecte, soll das vom Eierstock sich lösende unterste Ei, sobald es das erste Spermatozoon der Samenblase erreicht, sich augenblicklich mit demselben vereinigen, indem es dasselbe mit sich reissend, es lang auszieht. Das Spermatozoon soll sich der Oberfläche des Dotters anschmiegen und wie es scheint, schon nach dem Eintritt des Eies in den Uterus vollständig mit dem Dotter verschmolzen sein.« Zu einer etwas anderen Auffassung ist Bütschli bei Cucullanus elegans gelangt. Hier sollen »die befruchteten Eier deutlich das der Oberfläche des Dotters eingesenkte Spermatozoon als ein Häufchen dunkler Körner, die von einem hellen Hofe umgeben sind, erkennen lassen; es soll also das Spermatozoon vorerst nicht mit dem Dotter verschmelzen und sich auch noch eine gewisse Zeit, während welcher wichtige Entwickelungsvorgänge verlaufen, auf der Oberfläche des Dotters deutlichst erhalten.« Den Moment der Befruchtung selbst hat Bütschli nicht gesehen, da die Untersuchung der sehr empfindlichen Eier in zweiprocentiger Essigsäure vorgenommen wurde.

Wenn ich jetzt auf das zusammengestellte literarische Material einen Rückblick werfe um ein allgemeines Resultat aus demselben zu erhalten, so kann ich den Stand der Befruchtungslehre, wie er nach den vorliegenden Beobachtungen sich ergibt, nicht besser kennzeichnen als mit den Worten, in welchen Wundt[2]) in seinem Lehrbuch der Physiologie die Befruchtung schildert. »Die wesentliche Bedingung der Befruchtung,« heisst es daselbst, »ist höchst wahrscheinlich das Eindringen der Samenkörperchen in den Eiinhalt, das in den ver-

[1]) Bütschli. Vorläufige Mittheilung über Untersuchungen betreffend die ersten Entwicklungsvorgänge im befruchteten Ei von Nematoden und Schnecken. Zeitschrift f. wiss. Zool. Bd. XXV.

[2]) Wundt. Lehrbuch der Physiol. der Menschen 1873. pag. 250.

schiedensten Wirbelthierclassen nachgewiesen werden konnte. Nachdem die Samenkörperchen in das Ei eingedrungen sind, verlieren sie sehr schnell ihre Beweglichkeit und lösen sich im Dotter auf. Eine Theorie oder auch nur irgend begründete Hypothese über die Natur der Vorgänge, durch welche die Samenelemente nach ihrem Eindringen in den Dotter in diesem den Entwickelungsprocess anregen, besitzen wir nicht[1].«

III. Abschnitt.

Die Eifurchung.

Zur Untersuchung der Theilungsvorgänge an thierischen Zellen sind wohl die geeignetesten und daher auch die am meisten angewandten Objecte die kleineren und durchsichtigen Eier niedriger wasserbewohnender Thiere, welche ihre Geschlechtsproducte zur Zeit der Reife aus ihrem Körper entleeren. Einmal erhält hier der Beobachter die seltene Gelegenheit, an dem in seinem natürlichen Medium gelassenen lebenden Objecte die Theilungsvorgänge unmittelbar unter dem Mikroskop zu verfolgen, ausserdem aber kommt es ihm auch noch bei der Untersuchung sehr zu Statten, dass am Ei wie bei keiner andern Zelle die Theilungen in rascher Aufeinanderfolge in einem kurzen Zeitraum sich vollziehen, und dass der Beobachter es ganz in seiner Hand hat, zu einer bestimmten Zeit durch Vornahme der künstlichen Befruchtung die Entwicklung einzuleiten und dieselbe von Anfang bis zu Ende Schritt für Schritt zu verfolgen.

Um bei der Eifurchung in die Veränderungen, welche im Dotter

[1]) Zu demselben Resultat sind bis jetzt die Botaniker in der Erkenntniss des Befruchtungsvorganges gelangt. »Nach dem gegenwärtigen Stande der Beobachtungen« — sagt Sachs in seinem Lehrbuch der Botanik (1874. pag. 871 bis 872), — »darf man annehmen, dass die Befruchtung immer in einer Vermischung der befruchtenden Substanz der männlichen Zelle mit dem Protoplasma der weiblichen besteht; bei der Conjugation ist die Vermischung durch die Verschmelzung beider Zellen gegeben; bei der Befruchtung der Oedogonien und Vaucherien wurde von Pringsheim das Eindringen des Spermatozoids in das Protoplasma der Eizelle und seine Auflösung in diesem beobachtet; die Spermatozoiden der Muscineen und Farne wurden von Hofmeister, die der Marsilien von Hanstein bis in die Archegonien, die der Farne von Strasburger bis in die Eizelle hinein verfolgt.«

und namentlich am Kern sich abspielen, einen Einblick zu gewinnen, haben sich meist die älteren Forscher und in der neueren Zeit auch Auerbach auf die Beobachtung eines geeigneten Objectes im frischen Zustande beschränkt. Wie wir indessen aus dem Folgenden sehen werden, ist diese Untersuchungsweise, für sich allein ausgeübt, durchaus nicht im Stande uns mit den Veränderungen bei der Theilung bekannt zu machen. Denn viele Vorgänge entziehen sich bei der Beobachtung des lebenden Objectes der Wahrnehmung deswegen, weil auf gewissen Entwicklungsstadien der Kern und die ihn zunächst umgebenden Dottertheile von so gleichartiger Lichtbrechung werden, dass sie selbst mit guten Mikroskopen nicht mehr unterschieden werden können. Hier ist es denn geboten, die in der mikroskopischen Technik gebräuchlichen Reagentien bei der Untersuchung mit zu Hülfe zu ziehen. Durch sie allein können wir die im frischen Zustande nicht mehr wahrnehmbaren Verschiedenheiten zwischen dem Kern und der ihn umgebenden Substanz künstlich steigern und für unser Auge wieder erkennbar machen, indem wir entweder durch Säuren die Eiweisskörper in verschiedener Weise zur Gerinnung bringen oder ihre verschiedene Imbibitionsfähigkeit in Färbungsflüssigkeit zu ihrer Unterscheidung benutzen.

Wenn somit nicht in Abrede gestellt werden kann, dass an zweckmässig behandelten Präparaten vieles besser als am lebenden Objecte erkannt werden kann, so darf deswegen dennoch die Untersuchung im frischen Zustand nicht unterschätzt oder gar bei Seite geschoben werden. Um die einzelnen durch Reagentien conservirten Entwicklungsstadien recht zu deuten, müssen wir zuvor an einem lebenden Objecte den ganzen Furchungsprocess verfolgt und gesehen haben, wie die besonders characteristischen Stadien entstehen und in andere sich umwandeln. Die Untersuchung der Eifurchung im frischen Zustande muss die Grundlage bilden, an welche sich dann weiterhin die durch Reagentien erhaltenen Bilder bestätigend und ergänzend anschliessen.

Wie diese Gesichtspuncte den Gang der Untersuchung geregelt haben, so mögen sie auch für den Gang der Darstellung massgebend sein. Im Folgenden werde ich daher zunächst die Erscheinungen, soweit sie an dem sich furchenden Ei erkannt werden können, im Zusammenhang schildern, alsdann die Bilder beschreiben, welche Reagentien von den einzelnen Stadien liefern. Durch Combination der beiden Beobachtungsreihen werden wir erst das Gesammtresultat von den Vorgängen bei der Eifurchung erhalten.

Wenn man ein sich furchendes Ei während mehrerer Stunden beobachten will, müssen einige Vorsichtsmaassregeln getroffen werden. Die Seeigeleier sind nämlich gegen äussere Einflüsse sehr empfindlich und vertragen weder einen leichten Druck des Deckgläschens noch Veränderungen im Concentrationsgrad des Meerwassers, sofern dieselben nicht ganz allmälig und in geringem Maasse erfolgen. Wenn man zum Beispiel zu einem Tropfen Meerwasser, welches einige Zeit unter dem Deckgläschen gestanden hat, einen frischen Tropfen vom Rande her zufliessen lässt, so kann man sicher sein, dass plötzlich alle Eier absterben. — Bei der Empfindlichkeit des Untersuchungsobjects gegen Druck konnte die Compressionsmethode, durch welche Auerbach bei den Nematodeneiern so viel erreicht hat, nicht mit Vortheil benutzt werden. Die von mir getroffenen Vorkehrungen bei der Beobachtung bestanden nun einmal darin, dass ich die Ecken des Deckgläschens mit Wachsfüsschen versah, so dass es auf die darunterliegenden Eier keinen Druck mehr ausüben konnte. Ferner habe ich das Verdunsten des Meerwassers bei länger dauernder Beobachtung dadurch zu beschränken versucht, dass ich um den Rand des Deckgläschens einen Wachsrahmen herumlegte. Bei Befolgung dieser Vorsichtsmaassregeln gelang es mir einzelne Eier von der Befruchtung bis zur Vier- und Achttheilung zu beobachten.

Nach diesen Bemerkungen nehme ich den Faden der Darstellung wieder bei jenem Entwicklungsstadium auf, wo ich ihn im zweiten Theile dieser Arbeit fallen gelassen habe.

Wie bereits gezeigt, entsteht etwa eine viertel Stunde nach eingeleiteter Befruchtung durch die Verschmelzung des Ei- und Spermakerns ein einfacher, central gelegener, kugeliger Kern, der Furchungskern, um welchen das Protoplasma bis zum Rand der Dotterkugel eine strahlenartige Anordnung besitzt (Fig. 11). Allmälig sammelt sich jetzt in seiner nächsten Umgebung eine homogene körnchenfreie Substanz an. Wenn man jetzt ein genaues Augenmerk auf den Kern richtet, so wird man erkennen, dass derselbe nicht immer kugelig beschaffen ist, sondern bald hier bald da kleine Ausbuchtungen und Einziehungen zeigt, mit einem Worte, dass der Kern seine Gestalt amöboid verändert. Hierdurch und durch die Umlagerung mit einer Rinde körnchenfreien Protoplasmas erklärt es sich, dass im Allgemeinen die Kerncontouren jetzt minder deutlich als im unbefruchteten Zustande hervortreten. Nach einiger Zeit führen die Formveränderungen am Kern zu einer bleibenden Verlängerung des-

selben. Die Endpuncte seines längsten Durchmessers wollen wir als die Pole des Kerns bezeichnen.

An den beiden Kernpolen treten in dem Dotter eine Reihe eigenthümlicher und wichtiger Erscheinungen auf. Allmälig sammelt sich an ihnen eine völlig homogene Substanz an und bildet um dieselben einen zunächst kleinen Hof. In der Umgebung des Hofs ordnen sich die Dotterkörnchen in Radien an, die auf die Kernpole als gemeinsames Centrum gerichtet sind. Indem sich nun einerseits der körnchenfreie Hof immer mehr allseitig vergrössert, andererseits die ihn umgebenden Körnchenradien durch Anlagerung neuer Körnchen an ihre Enden sich verlängern, entstehen in der Eizelle zwei kleine helle Sonnen, zwischen welchen der Kern als Verbindungsstück mitten innen liegt (Fig. 16*a*). Die beiden Sonnen fahren fort langsam zu wachsen (Fig. 16*b*) und übertreffen schliesslich den Kern an Ausdehnung [1]).

Während dieser Veränderungen sind an den beiden Polen die Contouren des Kerns undeutlich geworden, doch gewann ich bei aufmerksamer Beobachtung den Eindruck, als ob jederseits ein Fortsatz bis zum Mittelpunct jeder Sonne sich hineinerstrecke. Ein völlig klares Bild konnte ich indessen nie erhalten, auch dann nicht, wenn ich mit dem Deckglas eine leichte Compression auf das Ei ausübte. Wenn die beiden Sonnen den Kern an Grösse bedeutend übertreffen, dann tritt endlich ein Stadium ein, wo der letztere sich vollständig der Beobachtung am lebenden Objecte entzieht. Trotzdem ich oftmals in dem fraglichen Augenblicke den Kern scharf und unausgesetzt im Auge behielt, so sah ich ihn plötzlich undeutlich werden und rasch spurlos verschwinden, ohne dass ich jemals im Stande gewesen wäre mir ein Urtheil darüber zu bilden, wodurch das Schwinden des Kerns veranlasst worden wäre.

Mit dem scheinbaren Untergange des Kerns ist im Eidotter ein Bild entstanden, welches von einigem Bestande ist, der Theilung

---

[1]) In einigen Fällen habe ich eine Modification dieses Entwicklungsganges beobachtet. Die an den beiden Polen des ovalen Kerns sich ansammelnde homogene Substanz verlängerte sich ziemlich bedeutend nach den zwei entgegengesetzten Richtungen und es entstand so etwa eine halbe Stunde nach der Befruchtung das in Figur 15 dargestellte Bild. Mitten durch das Ei verläuft hier ein heller körnchenfreier Streifen oder Stab, in dessen Mitte der ovale Kern liegt. Um den Stab, besonders aber um die Enden desselben sind die Dotterkörnchen in Radien angeordnet, in einer Weise, welche durch die gegebene Abbildung besser als durch Worte veranschaulicht wird.

unmittelbar vorausgeht und zu den am meisten characteristischen gehört. Wie Figur 17 zeigt, befinden sich in dem Eicentrum nahe bei einander zwei runde körnchenfreie Stellen, die, wenn wir sie uns körperlich vorstellen, eine Kugelform und einen Durchmesser von 28,5 μ besitzen. Unter einander hängen sie durch einen schmalen körnchenfreien Streifen zusammen, welcher die Stelle einnimmt, wo früher der vacuolenartige Kern gelegen hatte. Der Streifen ist bügelförmig gekrümmt. Wir müssen daher, wenn der Bogen des Verbindungsstückes nach unten am Beobachtungsobject gerichtet ist, den Tubus des Mikroskops etwas senken, um die Verbindung zwischen beiden Sonnen wahrzunehmen. Um jede Sonne, welche durch ihre helle homogene Beschaffenheit aus der körnigen Umgebung recht deutlich hervortritt, sind die Dotterkörnchen in Radien angeordnet, welche einerseits fast bis zur Eioberfläche reichen, andererseits in einer Ebene endigen, welche man durch die Mitte der Figur senkrecht zum Verbindungsstück hindurchlegt. Durch diese Ebene wird das Ei in zwei Hälften zerlegt, deren jede eine Sonne mit ihrem Strahlenbereich enthält. Ich werde dieselbe von hier ab als Theilungsebene bezeichnen. In ihr treffen sich die medianen Strahlen beider Eihälften unter einem stumpfen oder spitzen Winkel. Die Abgrenzung der Körnchenstrahlen gegen die homogene Substanz geschieht nicht in einer Fläche, vielmehr springen einzelne Radien weiter, andere weniger weit gegen den Mittelpunct der Sonne vor, so dass dieselbe auf dem Durchschnitt eine gezackte Umrandung erhält. Noch anschaulicher lässt sich die Vertheilung und das Lageverhältniss von Körnchen und homogener Substanz zu einander darstellen, wenn wir bei der Beschreibung von letzterer ausgehen. Wir finden dann, dass in der Mitte jeder Eihälfte die homogene Substanz eine kugelförmige Anhäufung bildet und von diesem Centrum nach der Peripherie sich in radienartig angeordnete breite Keile fortsetzt, dass diese Keile sich sehr rasch theilen und in feine Strahlen zerfallen, welche dicht beisammen liegen und bis zur Eiperipherie dringen. In den freigelassenen Bahnen lagern sich die Dotterkörnchen, welche daher gleichfalls Radien bilden müssen. Da sie jetzt nicht mehr gleichmässig im Dotter vertheilt sind, so liegen sie natürlich in den Radien gedrängter als zuvor hintereinander.

Die hier geschilderte, etwa eine viertel Stunde vor der Theilung entstehende Figur ist von Auerbach recht passend als die hantelförmige bezeichnet worden. Im Folgenden werde ich auch diese Benennung beibehalten und werde ich, um mich kürzer aus-

drücken zu können, von einer Hantelfigur und einem Hantelstadium der Eitheilung sprechen.

Da die Seeigeleier kugelförmig beschaffen sind und in Folge dessen keine feste Lage auf dem Objectträger einnehmen, so erhält man von der Hantelfigur, wie auch von den übrigen Entwicklungsstadien die mannigfaltigsten Bilder. Es kann zum Beispiel das Ei derartig liegen, dass die eine Kugel der Hantel nach unten, die andere nach oben gerichtet ist. Man erblickt dann nur eine Sonne im Gesichtsfeld und erst bei tieferer oder höherer Einstellung wird man die zweite gewahr.

Mit der Darstellung der Veränderungen des Kerns und der ihn umgebenden Dottertheile beschäftigt, habe ich bisher eine Erscheinung unerwähnt gelassen, welche auf der Dotteroberfläche verläuft. Zur Zeit ungefähr, wo der Kern sich zu strecken und an seinen Polen sich je eine körnchenfreie Stelle zu bilden beginnt, verliert das Ei seine ursprüngliche glatte Begrenzung Fig. 16*a*. Es entstehen Ein- und Ausbuchtungen, welche seiner Oberfläche ein höckriges Aussehen verleihen. Durch häufig erneute Untersuchung konnte ich feststellen, dass diese Erscheinung mit Regelmässigkeit in dem genannten Stadium eintritt und daher ein gesetzmässiger Vorgang ist, der mit den inneren Umlagerungen der Protoplasmatheile zusammenhängt. Wenn die Hantelfigur sich auszubilden beginnt, nimmt das Ei auch nach und nach wieder seine ursprüngliche runde Form mit glatter Oberfläche an.

Das Endresultat der von mir auf den vorhergehenden Seiten geschilderten Vorgänge besteht in einer Umlagerung des gesammten Ei-Inhalts und in einer Vertheilung desselben auf zwei gleiche Hälften, deren jede ein homogenes Centrum und eine körnige strahlig differenzirte Rindenschicht besitzt. Dieses Resultat ist etwa eine Stunde nach eingeleiteter Befruchtung vollständig erreicht. Es beginnt nun eine zweite Reihe von Erscheinungen, welche in der Bildung zweier Tochterzellen mit je einem central gelegenen kugligen Kern ihren Abschluss finden. Zunächst verliert das Ei seine kugelförmige Beschaffenheit, indem es sich der Länge der Hantel entsprechend etwas streckt und hierdurch eine mehr ovale Form annimmt (Fig. 17). Bald darauf sieht man in der Theilungsebene eine ringförmige Einschnürung entstehen, welche das erste Anzeigen der beginnenden Theilung ist. Da der Vorgang sich von hier ab in wenigen Minuten vollzieht, so ist er von Anfang bis zu Ende leicht unter dem Mikroskop zu verfolgen. Man sieht nun, wie die

ringförmige Furche immer tiefer einschneidet (Fig. 18) und wie in Folge dessen beide Eihälften sich weiter von einander entfernen, so dass das gesammte Ei eine bedeutende Streckung in einer Richtung erfährt. Zu dieser Zeit kann man die Gestalt des Eies ungefähr mit derjenigen einer Sanduhr vergleichen. Zwei sich kugelförmig abrundende Eihälften hängen durch einen dünner und dünner werdenden Hals zusammen. Indem derselbe schliesslich ganz von der ringförmigen Furche durchschnitten wird, ist die Zweitheilung vollzogen. Die beiden Segmente, welche im Verlauf der Theilung sich von einander entfernt und abgerundet haben, legen sich jetzt wieder dicht aneinander und platten sich an der Berührungsfläche so vollkommen ab, dass jedes Theilstück nahezu einer Halbkugel gleicht (Fig. 19). Das zweigetheilte Ei wird hierdurch äusserlich wieder dem ungetheilten ähnlich, indem auf der Oberfläche nur eine leichte Furche und auf dem Durchschnittsbild eine zarte Trennungslinie den stattgehabten Vorgang andeutet (Fig. 20). Während der Theilung hat sich die Membran des Eies in die entstehende Furche eine Strecke weit mit eingesenkt, indem sie sich in einzelne Falten zusammengelegt hat (Fig. 18). Nach vollendeter Furchung nimmt sie dann ihre frühere Lage und Beschaffenheit wieder an.

Unmittelbar während und nach der Theilung vollziehen sich auch im Innern des Eies eine Reihe wichtiger Veränderungen. Die beiden Theile der Hantelfigur rücken, je mehr die Furche einschneidet, um so weiter auseinander und verändern hierbei ihre Form, indem jede Kugel sich parallel zur Theilungsebene ausbreitet und in entgegengesetzter Richtung abflacht. Hierdurch verwandelt sie sich in eine nach der Theilungsebene zu concav gekrümmte dicke Scheibe, deren Mittelpunct mit dem Mittelpunct der entgegengesetzten Scheibe nach wie vor durch einen dünnen, jetzt bedeutend in die Länge gezogenen Stiel zusammenhängt. Die Dotterkörnchen sind noch deutlich strahlenförmig um die helle Figur angeordnet. Während aber im Hantelstadium die nach der Theilungsebene ausstrahlenden Radien unter einem Winkel sich trafen, so hat sich jetzt bei der stattgehabten Verlängerung des Eies der Winkel ausgeglichen. Es verlaufen daher gerad gestreckte oder leicht gebogene Reihen von Dotterkörnchen von einer Scheibe zur anderen, dem Verbindungsstiel derselben parallel, durch den Hals des sanduhrförmig gestalteten Eies.

Kurz vor oder unmittelbar nach der Durchschneidung sieht man in einiger Entfernung von der Theilungsebene in dem Verbindungs-

stiel plötzlich je eine helle kleine Stelle auftauchen. Anfänglich unregelmässig begrenzt wird sie nach und nach deutlicher und rundet sich zu einer kleinen Kugel ab, die langsam an Grösse zunimmt. Die neugebildete Kugel, welche durch ihren helleren Inhalt kenntlich aus dem homogenen Protoplasma deutlich hervorleuchtet, ist der Kern der Tochterzelle. So ist das in Figur 19 (untere Eihälfte) dargestellte Bild entstanden. In jeder Eihälfte erblickt man eine flache pilzhutförmig ausgebreitete Scheibe von körnchenfreier Substanz, von welcher ein dünner Stiel nach der Berührungsfläche der beiden Segmente verläuft. In dem Stiel erkennt man excentrisch in der Tochterzelle liegend den wieder wahrnehmbar gewordenen Kern. Dieses Stadium ist indessen nur von ganz vorübergehender Dauer, indem sich einestheils die Verschiedenheiten in der Vertheilung der Körnchen und der homogenen Substanz allmälig ausgleichen, andererseits der Kern seine Lage verändert. Zunächst verliert sich die strahlenartige Anordnung der Dotterkörnchen, dann verschwindet der Stiel der hellen Figur; der Kern entfernt sich mehr von der Durchschnittsebene und wandert zum Theil in die helle Scheibe hinein (Fig. 19 obere Eihälfte). Dieselbe bleibt am längsten bestehen, verkleinert sich aber weiterhin auch mehr und mehr, indem Dotterkörchen in sie hineindringen, und schwindet endlich ganz bis auf einen kleinen Hof an zwei Seiten des Kerns.

So sind aus der ersten Furchungskugel zwei Tochterzellen entstanden, in deren Inhalt die Dotterkörnchen wieder gleichmässig vertheilt sind und deren jede einen nahezu central gelegenen 13,3 μ grossen Kern besitzt. Der erste Theilungsact ist hiermit vollkommen abgeschlossen.

Die jetzt eingetretene Ruhe ist nur von kurzer Dauer, denn schon nach etwa fünf Minuten machen sich die ersten Vorgänge, welche die Viertheilung des Eies einleiten, dem Beobachter bemerkbar. Wieder erleidet der Kern amöboide Veränderungen seiner Form, welche zu einer Streckung desselben führen, wieder sammelt sich an seinen zwei Polen eine homogene Substanz an, in deren nächster Umgebung die Dotterkörnchen sich in Radien hintereinander anordnen. Dann vergrössern sich die hellen Stellen und rücken etwas auseinander, während der Kern spindelförmig wird und seine Enden in die Mitte der körnchenfreien Stellen hineinragen (Fig. 20). Bei diesen Umwandlungen werden die Contouren des Kerns Schritt für Schritt undeutlicher, bis er endlich sich der genauen Wahrnehmung entzieht. So erhalten wir wieder das jeder Theilung vorausgehende

besonders characteristische Hantelstadium: zwei helle Sonnen, von denen Körnchenradien bis zur Peripherie ausstrahlen, verbunden durch einen schwach gekrümmten körnchenfreien Stiel (Fig. 20). In letzterem glaubte ich öfters noch den Kern als einen helleren stabförmigen Körper, dessen beide Enden bis in die Mitte jeder Sonne reichten, liegen zu sehen; doch konnte ich seine Contouren nicht so deutlich unterscheiden, dass ich eine bestimmte Vorstellung von ihm erhalten hätte.

Nach etwa einer halben Stunde tritt an der gewölbten Fläche jeder Halbkugel eine Furche senkrecht zum Stiel der Hantel auf und führt in der schon früher geschilderten Weise zur Viertheilung. Wieder breitet sich der Kopf der Hantel in jedem Theilstück scheibenförmig aus, dann taucht in dem Stiel nahe an der Theilungsebene eine kleine helle Stelle auf, die sich vergrössert, ihre Umrisse amöboid verändert, endlich Kugelgestalt annimmt und eine Grösse von 13 μ erreicht. Währenddem wird die radienartige Anordnung der Körnchen immer unkenntlicher, die körnchenfreie Figur verkleinert sich und verschwindet dann ganz, der Kern rückt in die Mitte des Segmentes, dessen Dotterkörnchen sich gleichmässig vertheilt haben. Hiermit ist der zweite Act der Furchung wieder abgeschlossen.

In derselben Weise vollziehen sich nun auch die übrigen Theilungen, soweit ich dieselben verfolgt habe. Von denselben will ich nur das hervorheben, dass die Veränderungen in allen Theilstücken fast genau gleichzeitig eintreten und dass jede ihren Abschluss findet in der Bildung eines central gelegenen kugeligen Tochterkerns. Alle neu entstehenden Kerne der ersten Furchungsstadien sind von gleicher Beschaffenheit wie der Kern der ersten Furchungskugel; sie sind membranlos und aus einer gleichartigen homogenen Substanz gebildet. Auch in ihrer Grösse stimmen sie nahezu überein. Wenn wir zum Beispiel den Durchmesser des Kerns eines Segmentes der Zwei- und Viertheilung mit dem Durchmesser des ersten Furchungskerns vergleichen, so finden wir nur geringe Differenzen, indem wir in den genannten Fällen ungefähr den Werth 13 μ erhalten. Nach jeder neuen Eitheilung hat mithin eine beträchtliche Vermehrung der Kernmasse stattgefunden.

Zum Schlusse dieser Schilderung, welche die Beobachtungen am lebenden Objecte umfasst, will ich noch eines öfters aufgefundenen Bildes gedenken, das eine Abweichung vom normalen Verlauf der

Furchung darstellt und insofern von Interesse ist, als es uns einen Anhaltspunct zur Beurtheilung der Vorgänge bei der Zelltheilung später liefern wird. Die Abweichung besteht darin, dass ich in zwei- oder vier-getheilten Zellen nach dem Hantelstadium zwei kugelige Kerne in einem Segmente auftreten sah. Da in keinem dieser Fälle bei fortgesetzter Beobachtung eine Theilung der Dottermasse nachfolgte, so ist der abweichende Befund offenbar dadurch hervorgerufen worden, dass die Eier in der Vorbereitung zur Zweitheilung langsam abgestorben sind.

Bei der Untersuchung der Eifurchung am lebenden Objecte haben wir eine Reihe von Bildern kennen gelernt, in welchen die Umrisse des Kerns nicht mehr vollkommen scharf wahrzunehmen waren, und endlich andere Bilder, in welchen der Kern vollständig verschwunden zu sein schien. Um mir hauptsächlich über diese Stadien weitere Aufklärung zu verschaffen, habe ich die befruchteten Eier auf den einzelnen hier besonders in Frage kommenden Entwicklungsstufen mit Reagentien in verschiedener Weise behandelt. Die lehrreichsten und besten Präparate habe ich hierbei durch die schon oben beschriebene Abtödtung der Eier in Osmiumsäure und Färbung in Beale'schem Carmin gewonnen. Durch diese Behandlung bleibt zwar die radienartige Anordnung der Dotterkörnchen nur in Spuren erhalten, dagegen erkennt man noch deutlich die körnchenfreien Stellen im Dotter und die auf sie zurückführbaren Figuren. Namentlich aber erhält man in die Veränderungen des Kerns einen besseren Einblick, als ich ihn mir durch andere Reagentien verschaffen konnte.

In zweiter Reihe verdienen dünne Essigsäure- und Chromsäurelösungen angewandt zu werden. Durch diese Reagentien tritt namentlich die strahlige Differenzirung des Protoplasma selbst noch deutlicher als im frischen Zustande hervor. Doch ist diese Art der Einwirkung zugleich auch die Ursache, dass man vom Kern weniger gute Bilder erhält, indem seine Umrisse von den Körnchenstrahlen etwas verdeckt werden. Beim Gebrauch der Chromsäure müssen die Eier, nachdem sie etwa eine viertel Stunde in der Lösung gelegen haben, sehr sorgfältig ausgewaschen werden. Zur weiteren Aufhellung kann dann Glycerin mit Vortheil in Anwendung kommen.

Ebenso liefert längeres Einlegen in Beale'sches Carmin brauchbare Färbungsbilder.

An Carmin-Osmiumpräparaten, an welche ich mich zunächst halten werde, sehen wir, dass in Eiern, die eine halbe Stunde nach vollzogener Befruchtung abgetödtet worden sind, der Kern in einer Richtung sich verlängert und eine eiförmige Beschaffenheit angenommen hat (Fig. 27 *b*). Zuweilen sind die beiden Pole des Kerns abgestutzt, so dass eine Fass- oder Tonnenform entstanden ist (Fig. 27 *c*). Der Kerninhalt ist gleichmässig homogen geronnen und gleichmässig in Carmin gefärbt. Eine viertel Stunde später abgetödtete Eier zeigen eine noch bedeutendere Streckung des Kerns, dessen Länge die Breite um das doppelte bis dreifache übertrifft Fig. 21). An seinen beiden Enden findet sich, wie ich dies vom lebenden Objecte schon beschrieben habe und wie es auch an Färbungspräparaten zu erkennen ist, ein Hof von körnchenfreier Substanz. Die Form des Kerns ist jetzt etwa eine spindelförmige. Die Spitze der Spindel, welche leicht umgekrümmt ist, nimmt gerade die Mitte der körnchenfreien Stelle ein und tritt als ein besonders deutlich erkennbares dunkler geronnenes Korn hervor. Auf einem noch etwas weiter vorgerücktem Stadium lässt der verdickte mittlere Theil der Spindel eine Anzahl dunkler geronnener in Carmin stärker gefärbter Fäden oder Stäbchen erkennen, welche parallel zu seiner Längsaxe angeordnet sind (Fig. 22 und 28 *e*). Wenn man nun das Präparat so wendet, dass die Spitze der Spindel nach oben sieht, so erblickt man bei Einstellung des Mikroskops auf die Mitte derselben einen kreisförmigen Haufen dunkelroth gefärbter Körner (Fig. 27 *a* u. *d*). Dieselben sind die optischen Durchschnitte der Stäbchen. Wie die stärkere Färbung in Carmin lehrt, bestehen die Stäbchen aus verdichteter Kernsubstanz. Daher werde ich auch den so eigenartig differenzirten Theil des Kerns als mittlere Verdichtungszone benennen.

Eine sehr weitgehende Veränderung hat der Kern zur Zeit, wo die hantelförmige Figur entstanden ist, also etwa eine Stunde nach der Befruchtung erlitten (Fig. 23). Während im frischen Zustand keine Spur von einem Kern mehr aufzufinden war, kann man nach der Osmium-Carminbehandlung in der Mitte des Eies einen langen bandförmig aussehenden Körper erkennen, der ein wenig stärker als seine Umgebung roth gefärbt ist. Die Farbendifferenzen treten bei schwacher Vergrösserung deutlicher, als bei starken Systemen hervor. Wie man sich durch verschiedene Einstellung des Tubus und durch

Umlagerung des Präparates überzeugen kann, ist das Band nach Art eines Bügels leicht gekrümmt. Sein mittlerer Theil nimmt die Stelle des Verbindungsstiels der beiden Hantelköpfe ein, seine Enden reichen bis in die Mitte der beiden Sonnen und erscheinen hier, da sie sich in Osmiumsäure stärker schwärzen und in Carmin sich tiefer imbibiren, als dunkle scharf begrenzte Streifen.

Das Kernband ist nicht in allen seinen Theilen von einer gleichförmigen Beschaffenheit, sondern zeigt in einiger Entfernung von seinen Enden, da wo das Band in den Kopf der Hantel eindringt, je einen verdickten und dunkler gefärbten Abschnitt. Wie die oben beschriebene mittlere Verdichtungszone der Kernspindel, ist jeder Abschnitt aus einzelnen parallel neben einander liegenden, der Länge des Bandes gleich gerichteten Stäbchen zusammengesetzt, dieselben sind in ihrer Mitte verdickt und verjüngen sich nach ihren Enden. Wenn sich bei einer Verlagerung des Präparates das Band senkrecht zum Objectträger stellt, so blickt man auf zwei in einiger Entfernung übereinanderliegende Körnchenkreise. In Uebereinstimmung mit der oben gewählten Bezeichnung nenne ich diese Abschnitte die seitlichen Verdichtungszonen des Kernbandes. Den zwischen beiden liegenden verdünnten Theil des Bandes bezeichne ich als Mittelstück, den in den Kopf der Hantel hineinragenden gleichfalls verdünnten Abschnitt als Endstück. An Osmium-Carminpräparaten erscheinen sie homogen und schwach geröthet, — nur hie und da glaubte ich an ihnen eine zarte Streifung wahrzunehmen. — Ferner beobachtete ich am Mittelstück zuweilen eine Einschnürung (Fig. 28*d*).

An weniger gelungenen Präparaten treten die Kernenden und die seitlichen Verdichtungszonen allein hervor, indem die zwischen ihnen liegenden Abschnitte durch ihre Färbung sich nicht genug von der Umgebung abheben. In solchen Fällen habe ich dann oftmals die Compressionsmethode oder auch die Zerquetschung des Eies zu Hülfe genommen, um von dem Kern ein klareres Bild zu bekommen. Es lässt sich dieses Verfahren bei den homogen gerommenen Osmiumpräparaten mit Vortheil ausführen.

Bei Durchmusterung einer grösseren Anzahl von Präparaten findet man auch solche, welche zwischen dem eben und dem vor ihm beschriebenen Stadium einen Uebergang vermitteln, indem die seitlichen Verdichtungszonen des Kernbandes näher beisammen liegen.

Wenn wir jetzt Eier, welche durch das Auftreten der Einschnürungsfurche die Sanduhrform angenommen haben, genauer

durch Zuhülfenahme von Reagentien untersuchen, so zeigt sich, dass das Kernband sich verlängert hat, und dass die beiden seitlichen Verdichtungszonen weiter auseinander gerückt sind und ihre streifige Differenzirung eingebüsst haben (Fig. 25). An Stelle der Stäbchen erblickt man grössere oder kleinere Körner und aus Verschmelzung derselben entstandene Tropfen. An andern Präparaten findet man nur noch eine zusammenhängende dunkel geröthete Masse mit höckeriger Oberfläche (Fig. 28 *b*). Das Ende des Bandes ist etwas verbreitert und seine Ecken sind in zwei Spitzen ausgezogen, welche wieder als dunklere Körner aus der hellen Figur hervorleuchten. Besonders lehrreich ist eine seitliche Ansicht des Kernbandes kurz vor der vollendeten Zweitheilung, wie solche in Figur 26 dargestellt ist. Die zu einer homogenen Masse verschmolzenen Stäbchen der Verdichtungszone bilden am Uebergang des Stiels in den Hantelkopf eine spindelförmige Anschwellung, dieselbe verlängert sich peripher in einen feinen Fortsatz, der oft nach einer Seite gekrümmt ist und in der Mitte der körnchenfreien Figur mit einer kleinen Anschwellung endet. Median hängen die beiden Spindeln durch eine feine dunkle Linie zusammen. Der periphere Fortsatz ist das Endstück, die feine dunkle Linie das Mittelstück des Kernbandes in seitlicher Ansicht.

Nach der vollendeten Theilung sieht man die spindelförmige Anschwellung sich mehr und mehr verdicken und endlich Kugelgestalt annehmen, die Fortsätze dagegen kürzer werden und verschwinden, indem sie mit der übrigen Kernmasse verschmelzen (Fig. 28 *a* u. *c*). So entsteht der runde Kern der Tochterzelle in dem als seitliche Verdichtungszone bezeichneten Abschnitt des Kernbandes.

Mit Chromsäure behandelte und in Beale'schem Carmin gefärbte Eier liefern ähnliche Bilder, wie die hier beschriebenen Osmium-Carminpräparate, und will ich von zwei der wichtigsten Stadien eine kurze Beschreibung geben. Der obere Theil der Figur 24 zeigt uns ein Kernbild, wie es etwa drei viertel Stunden nach der Vermischung der Geschlechtsproducte entsteht. Der stark verlängerte Kern besitzt Spindelform. Seine Mitte ist dunkler gefärbt und zeigt die früher geschilderte streifige Differenzirung. An den beiden Polen des Kerns hat sich körnchenfreie Substanz zu je einer Kugel angesammelt. In dem Mittelpunct derselben erscheint das Ende der Spindel als dunkler geronnenes Korn. Am characteristischsten für das Chromsäurepräparat sind die überraschend deutlich hervortretenden Körnchenstrahlen. Dieselben sind auf dem vorliegenden Stadium

noch auf die nächste Umgebung der hellen Stelle beschränkt und erscheinen in Folge der eingetretenen Gerinnung und Verklebung der aneinandergereihten Körnchen als kurze zum Ende der Spindel radiär gestellte dunkle Fäden. Peripher von den Fäden sind die Dotterkörnchen unregelmässig durcheinander gelagert. Bei Durchsicht einer Anzahl später abgetödteter Eier kann man an den Chromsäurepräparaten recht deutlich verfolgen, wie die Fäden sich durch Anlagerung der benachbarten Dotterkörnchen stetig verlängern, bis sie fast die Oberfläche des Eies erreichen.

Der untere Theil der Figur 24 liefert ein Chromsäurebild der Hantelfigur. Im bandförmigen Kern sind auch hier die dunkler gefärbten aus Stäbchen zusammengesetzten Verdichtungszonen, ebenso die Kernenden in der Mitte jedes Kopfes der Hantel deutlich zu unterscheiden. Dagegen zeigt das Mittelstück des Bandes von der früher gegebenen Schilderung eine geringe Verschiedenheit. Während es bei Osmiumsäurebehandlung homogen erschien, erkennt man jetzt in demselben feine Streifen, welche die Stäbchen der seitlichen Verdichtungszonen verbinden. An den beiden Kernenden hat sich die helle Substanz vermehrt, die Körnchenstrahlen erreichen fast die Eiperipherie.

Im Allgemeinen ist man bei Chromsäurepräparaten leichter Täuschungen ausgesetzt. So behalten zum Beispiel nach Einwirkung des Reagens der Furchungskern und die Tochterkerne, so lange sie die runde Gestalt besitzen, ihre normale Beschaffenheit nicht bei. Denn während sie im frischen Zustand ganz homogen aussehen und auch in Osmiumsäure gleichmässig gerinnen, werden dagegen durch die Chromsäure körnige Niederschläge in ihnen hervorgerufen, welche man nicht etwa für Nucleoli halten darf (Fig. 28*f*).

Auf die durch Essigsäure erhaltenen Bilder brauche ich nicht näher einzugehen. Wie bei Chromsäurepräparaten wird auch bei ihnen die strahlige Zeichnung im Dotter deutlicher als am lebenden Objecte erkannt, vom Kern dagegen habe ich die am wenigsten gelungenen Bilder bekommen.

Wie die auf den vorhergehenden Blättern mitgetheilte, an lebenden und an mikro-chemisch behandelten Objecten angestellte mikroskopische Untersuchung uns gezeigt hat, ist die Eitheilung ein Vorgang sehr verwickelter Art, bei welchem eine Summe sehr verschiedenartiger Bilder sich dem bewaffneten Auge darbietet.

Die bei der Eitheilung beobachteten Erscheinungen, zu deren Deutung ich jetzt übergehen will, lassen sich in zwei Gruppen sondern, von welchen die eine die Veränderungen am Kern vor, während und nach der Theilung, die andere die Veränderungen umfasst, welche im Dotter beobachtet werden können. Die Veränderungen des Kerns führen zur bandförmigen Verlängerung und Halbirung desselben und zur Bildung zweier Tochterkerne. Die Veränderungen im Protoplasma der Eizelle führen zur Sonderung des Dotters in zwei Hälften und zur vollständigen Trennung derselben durch Abschnürung. Beide Reihen von Erscheinungen begleiten sich im Verlaufe der Eitheilung der Art, dass jeder Kernform auch eine bestimmte Anordnungsweise des Protoplasma entspricht. Es muss hieraus auf einen inneren Zusammenhang zwischen beiden geschlossen werden. Bei der Beantwortung der sich uns hier aufdrängenden Frage, in welcher Weise wir uns diesen Zusammenhang vorstellen sollen, haben wir uns für eine der beiden Möglichkeiten zu entscheiden, ob der Anstoss zu den Vorgängen bei der Theilung vom Kern oder vom Protoplasma ausgeht. Wenn man sich vergegenwärtigt, wie bei der Befruchtung um den Spermakern sich homogenes Protoplasma ansammelt und eine Radienfigur entsteht, wie nach erfolgter Copulation der Kerne dieselbe Figur um den Furchungskern sich bildet und wie bei der Streckung desselben seine beiden Pole zu Mittelpuncten ähnlicher Figuren werden, dann kann es wohl keinem Zweifel unterliegen, dass die Ursache zu den beobachteten Veränderungen in den Lebenserscheinungen des Kerns zu suchen ist. Von diesem geht offenbar der Anstoss zur Theilung aus, indem in Folge der Befruchtung Kräfte, die im gebundenen Zustand im Kern vorhanden sind, sogenannte Spannkräfte, in lebendige Kräfte umgesetzt werden. Das Protoplasma aber steht in einem abhängigen Verhältniss zum Kern, indem es auf alle Veränderungen desselben reagirt, so dass mit jeder Kerntheilung auch eine Protoplasmatheilung sich verbindet. Ich betrachte daher den Kern als ein mit activen Kräften ausgerüstetes automatisches Centrum in der Zelle.

Welcher Art die im Kern wirkenden Kräfte sind, das ist eine schwer zu beantwortende Frage, zu deren befriedigender Lösung die mikroskopische Beobachtung uns nur geringe Anhaltspuncte liefert. Doch will ich dieselben, soweit es zulässig erscheint, benutzen und durch eine Deutung der einzelnen Erscheinungen einen ungefähren Einblick in den Theilungsvorgang zu gewinnen versuchen.

Die Kräfte, die im Kern nach der Befruchtung in Wirksamkeit treten, äussern sich theils in äusseren und inneren Veränderungen des Kernes selbst, theils in den durch sie hervorgerufenen Erscheinungen im Dotter.

Die Veränderungen des Kerns, welche wir zunächst betrachten, treten unmittelbar nach der Befruchtung ein. Seine Kugelgestalt verwandelt sich hierbei eine Zeit lang in unregelmässigere, wechselnde Formen, indem sich bald hier, bald da geringe Ein- und Ausbuchtungen der Oberfläche bilden und die Umrisse in Folge dessen weniger deutlich wahrnehmbar werden. Eine ganz ähnliche Erscheinung wird unmittelbar während oder nach der Theilung beobachtet, wenn die Kernmasse in der seitlichen Verdichtungszone sich ansammelt. Auch hier entstehen dann eigenthümlich höckerartige Kerngebilde, die ihre Umrisse, wie sich bei der Untersuchung lebender Objecte beobachten lässt, mannigfach verändern und erst allmälig die vollkommene Kugelgestalt annehmen. Alle diese Formveränderungen stehe ich nicht an als amöboide Bewegungserscheinungen zu bezeichnen und sie auf der Kernsubstanz innewohnende Kräfte zurückzuführen. Gegen diese Auffassung wird um so weniger Bedenken erhoben werden können, als ein genaueres Studium der Nucleoli uns schon vielfach mit der wichtigen Thatsache bekannt gemacht hat, dass die Kern- oder Nucleolarsubstanz die Fähigkeit, amöboide Bewegungen auszuführen, besitzt. Die Furchungskerne bestehen aber, wie ich früher glaube nachgewiesen zu haben, der Hauptsache nach aus Kernsubstanz.

An die amöboiden Bewegungen des Kerns schliessen sich weiterhin eine Reihe sehr characteristischer regelmässiger Formveränderungen an. Seine Kugelgestalt geht allmälig in eine ovale, dann in eine spindel- und aus dieser in eine bandförmige über. Hierbei haben sich die bei der Streckung entstehenden beiden Enden des Kerns um ein mehrfaches von einander entfernt und ebenso hat seine Oberfläche eine ganz beträchtliche Vergrösserung erfahren. Wie die amöboiden, so können wir auch die eben geschilderten Formveränderungen als das Resultat activer Bewegungserscheinungen der Kernsubstanz betrachten, mit dem Unterschied aber, dass die im ersteren Falle nach den verschiedensten Richtungen erfolgenden Verschiebungen der kleinsten Theilchen hier in zwei Richtungen sich vollziehen, so dass die Theilchen eine bestimmtere Lagerung zu einander einnehmen. Es entstehen an dem Kern gewissermassen zwei Pole, die abstossend auf

einander wirken und von denen die Vertheilung der übrigen Kernmasse bestimmt wird. Eine genauere physikalische Erklärung scheint mir für diese Bewegungserscheinungen zur Zeit ebensowenig wie für die amöboide Bewegung gegeben werden zu können.

Mit den Veränderungen der Form gehen zugleich bestimmte Umwandlungen in dem Inhalt des Kerns vor sich und können dieselben durch Zuhülfenahme von Reagentien bei der mikroskopischen Untersuchung erkannt werden. In dem spindelförmigen Kern entsteht in der Mitte ein besonders differenzirter Abschnitt, welchen ich als mittlere Verdichtungszone bezeichnet habe. Auf späteren Stadien treten in dem noch weiter verlängerten Kernband zwei derartig veränderte Abschnitte, die seitlichen Verdichtungszonen auf und zwar findet man sie anfangs näher, später weiter von einander entfernt. Aus der Aufeinanderfolge der verschiedenen Bilder glaube ich den Schluss ziehen zu dürfen, dass die beiden seitlichen Verdichtungszonen aus der mittleren entstanden sind. Jede seitliche Verdichtungszone wandert im Kernband von der Mitte nach den Kernenden zu, ohne indessen dieselben vollkommen zu erreichen. So entstehen die fünf mit besonderen Namen belegten Abschnitte des Kernbandes, je ein Endstück, je eine seitliche Verdichtungszone und das einfache Mittelstück, in welchem später die Kerntheilung sich vollzieht. — In den Verdichtungszonen haben wir eine eigenthümliche Veränderung des Kerninhalts kennen gelernt. Man beobachtet in demselben in Osmiumsäure sich dunkel schwärzende und in Carmin sich stärker imbibirende Stäbchen, die parallel neben einander angeordnet sind. Es lässt sich diese Bildung auf einen Sonderungsvorgang in der Kernmasse zurückführen, wie er in ähnlicher Weise bei der Entstehung der Nucleoli stattfindet. Ich nehme an, dass der Furchungskern aus festeren und flüssigeren Bestandtheilen, aus Kernsubstanz und aus Kernsaft besteht, welche für gewöhnlich innig mit einander vermischt sind[1]). Im Stadium der spindligen Streckung des Kerns lagern sich nun kleinste Theilchen Kernsubstanz in der mittleren Verdichtungszone enger an einander und führen so zur Entstehung der Stäbchen. Dieselben besitzen ja auch, wie die Schwärzung in Osmiumsäure und

[1]) Die nach der Befruchtung beobachtete ziemlich beträchtliche Vergrösserung des Furchungskerns lässt sich wohl hauptsächlich auf eine Aufnahme von Kernsaft aus dem Dotter zurückführen.

die tiefere Tinction in Carmin lehrt, die für Kernsubstanz besonders characteristischen Reactionen in einem erhöhten Maasse. Durch einen entgegengesetzten Vorgang erklärt sich das nach der Eitheilung eintretende Verschwinden der Stäbchen. Hier findet eine Aufhebung der Sonderung statt. Indem die Stäbchen sich wieder mit Kernsaft imbibiren, schwellen sie an und bilden Körner; dieselben verschmelzen untereinander und es entsteht so wieder eine gleichmässig gemischte Kernmasse, die sich zu einer Kugel langsam zusammenzieht.

Wie an den eben genannten Abschnitten, hat auch an den Kernenden, jedoch in geringer Ausdehnung, eine Verdichtung der Kernsubstanz stattgefunden. Es erklärt sich hieraus die Deutlichkeit, mit welcher man das Ende der Spindel als dunkles Korn oder das Ende des Bandes als dunkleren Streifen in der Mitte der hellen Protoplasmaansammlung wahrnimmt.

Ein weiterer Vorgang im Verlauf der Kerntheilung ist die nach der Theilung beobachtete beträchtliche Vermehrung der Kernmasse. Wie wir aus derselben schliessen können, besitzt der Kern die Fähigkeit aus dem Dotter verwandte flüssige und feste Stoffe aufzunehmen. Ob das Wachsthum während der Streckung oder unmittelbar nach der Theilung oder in beiden Zeiträumen erfolgt, will ich vor der Hand dahingestellt sein lassen. Vielleicht ist aber die im bandförmigen Stadium vorhandene bedeutende Oberflächenvergrösserung des Kerns nicht ohne Bedeutung bei der Aufnahme verwandter Stoffe.

Es bleiben uns jetzt noch diejenigen Erscheinungen zu betrachten übrig, in welchen sich die Einwirkung des Kerns auf den Dotter dem Beobachter zu erkennen gibt. Man kann hier zweierlei Erscheinungen unterscheiden, solche, die sich in der Umgebung des Kerns und solche, die sich in den oberflächlichen Schichten der Eizelle abspielen.

Was zunächst die ersteren betrifft, so bestehen dieselben in einer radiären Gruppirung des Protoplasma um den Kern oder bestimmte Puncte desselben. Die hierdurch auf den einzelnen Stadien der Eitheilung hervorgerufenen mannigfachen Bilder will ich mit einem gemeinsamen Namen als Radienfiguren bezeichnen. Der Entstehung derselben liegt offenbar eine gemeinsame Ursache zu Grunde, eine Kraftwirkung, welche vom Kern ausgeübt wird und die sich in einer Anziehung des homogenen Protoplasma äussert. Dasselbe nimmt um den Anziehungsmittelpunct eine radiäre Anordnung der Art an, dass es sich am dichtesten in seiner näch-

sten Umgebung ansammelt. Durch die Umlagerung des Protoplasma erhalten die in ihm zuvor gleichmässig vertheilt gewesenen Dotterkörnchen eine veränderte Lage. Aus der Nähe des Kerns werden sie, da dieser keine Anziehung auf sie ausübt, verdrängt und sammeln sie sich daher weiter peripher in den Lücken des von dem Kern radiär ausstrahlenden Protoplasma dichter und gleichfalls in Radien an. In ihrer radienartigen Lage erblicke ich, wie aus dem Gesagten erhellt, nur einen Ausdruck der Anordnung der protoplasmatischen Grundsubstanz, in welche die Dotterkörnchen eingebettet sind.

Von diesem Gesichtspunct aus würden die verschiedenen Radienfiguren in folgender Weise aufzufassen sein. Unmittelbar nach der Befruchtung wird der kuglige Furchungskern zum Mittelpunct einer strahligen Anordnung des Protoplasma, wie sie in Figur 11 dargestellt ist. Hier üben alle Theilchen der Kernkugel eine gleichmässige Anziehung auf ihre Umgebung aus. Dies Verhältniss ändert sich, sowie der Kern sich streckt und sich zwei bestimmte Pole an demselben ausbilden. Dann löst sich die alte Radienfigur allmälig auf und es entstehen zwei neue an den beiden Polen des Kerns. Dieselben sind anfangs klein, die Ansammlung des homogenen Protoplasma ist gering, die Körnchenradien sind kurz. Je weiter aber die beiden Pole bei der zunehmenden Streckung des Kerns sich entfernen, um so grösser und deutlicher werden die beiden Radienfiguren, um so mehr nimmt die Protoplasmaansammlung zu, um so mehr verlängern sich die Radien, bis sie endlich fast die Eiperipherie erreicht haben. Auch diese Erscheinungen erklären sich aus einer Anziehung, welche der Kern auf das Protoplasma ausübt, wenn wir annehmen, dass die zu Anfang in der Kernkugel nach allen Richtungen gleichmässig wirkenden Anziehungskräfte bei der Streckung des Kerns auf die zwei Pole desselben sich vertheilen. Aus der zunehmenden Vergrösserung der Radienfiguren können wir dann den Schluss ziehen, dass je mehr die Kernpole sich von einander entfernen, um so mehr die von ihnen ausgeübte Anziehung wächst. Dieselbe hat ihren Höhepunct im Hantelstadium erreicht, in welchem das gesammte Eiprotoplasma um zwei Anziehungscentren sich angeordnet hat. Mit der Theilung des Kernbandes wird die von seinen Polen ausgeübte Anziehung aufgehoben. Es verschwindet daher die Radienfigur und findet wieder eine gleichmässige Vertheilung von Dotterkörnchen und Protoplasma statt.

Wenn wir die Erscheinungen der Kernstreckung und der Radienfiguren zusammenfassen, dann lässt sich der Kern, um ein

schon öfters angewandtes Bild zu gebrauchen, einem Magnetstab vergleichen. Dem positiven und negativen Pol desselben entsprechen die beiden sich gewissermassen abstossenden Kernenden. Von diesen wird auf das Protoplasma eine ähnliche Wirkung ausgeübt, wie von den Magnetpolen auf Eisenspähne. Bei Anwendung dieses Bildes hebe ich indessen ausdrücklich hervor, dass es nur zur Veranschaulichung der Vorgänge dienen soll. Denn für eine nähere physikalische Erklärung der im Kern in Wirksamkeit tretenden polaren Kräfte scheinen mir, wie ich schon mehrfach hervorgehoben habe, zur Zeit alle weiteren Anknüpfungspuncte zu fehlen.

Die zweite Reihe von Erscheinungen, welche die Eifurchung begleiten. umfasst Gestaltveränderungen der Eizelle. Zur Zeit, wo der Kern sich zu strecken beginnt, sehen wir auf ihrer Oberfläche Höcker und Einziehungen entstehen, die nach kurzem Bestand wieder verschwinden. Später verlängert sich das Ei im Hantelstadium und nimmt eine ovale Gestalt an. Dann entsteht in der Theilungsebene eine ringförmige Furche, die sich langsam von Aussen nach Innen tiefer einsenkt und nachdem das Ei eine Sanduhrform angenommen hat, die Trennung herbeiführt. Bei vielen Eiern ist die Abschnürung der beiden Hälften von unregelmässigen Veränderungen der Oberfläche begleitet, indem bald hier bald da gelappte pseudopodienartige Fortsätze entstehen und verschwinden. Ich erinnere an die Theilung von Hydra- und von Beroëeiern, wie sie von Kleinenberg [1]) und Kowalewsky [2]) beobachtet worden ist. Nach dem Einblick, den wir in die Vorgänge bei der Eitheilung gewonnen haben, lässt sich wohl die Vermuthung aussprechen, dass auch diese mannigfachen Bewegungserscheinungen des Protoplasma mit den Kernveränderungen in einem ursächlichen Zusammenhang stehen, welcher Art jedoch derselbe ist, scheint sich mir noch nicht näher bestimmen zu lassen.

Am Schlusse dieses Abschnittes, in welchem ich eine Deutung der beobachteten Erscheinungen zu geben versucht habe, will ich auch jener Befunde kurz gedenken, welche ich als pathologische bezeichnet habe, wo in einem Segment nach Ablauf des Hantelstadium zwei runde Kerne entstanden sind, ohne dass eine Theilung des Protoplasma nachfolgte. Ich erkläre diesen abweichenden Verlauf aus einem

---

[1]) Kleinenberg. Hydra. Leipzig 1872.

[2]) Kowalewsky. Entwicklungsgeschichte der Rippenquallen. Petersburg 1866.

theilweisen Absterben des Eies. Die dem Kern innewohnenden Kräfte vermögen noch die Kernmasse in zwei Hälften zu sondern, welche in zwei von einander entfernten Puncten des Segmentes Kugelgestalt annehmen; die Theilung des Protoplasma aber unterbleibt, weil dasselbe in Folge langsam sich steigernder schädlicher Einflüsse von Aussen seine Fähigkeit, auf die Kernveränderungen zu reagiren, verloren hat. Diese pathologischen Fälle scheinen mir in sofern Beachtung zu verdienen, als sie uns lehren, dass die Kerntheilung ein von der Protoplasmatheilung vollkommen unabhängiger Vorgang ist.

Wenn ich auf die beobachteten Erscheinungen und auf die versuchten Deutungen derselben einen Rückblick werfe, so lassen sich aus denselben zwei Hauptergebnisse ziehen, welche ich in folgende Sätze zusammenfasse:

1) Bei der Eifurchung findet eine Auflösung des Kerns, wie man früher vielfach angenommen hat, nicht statt, vielmehr sind die Kerne der entstehenden Ei-Segmente Theilstücke des ursprünglich vorhandenen Mutterkerns. Das angebliche Verschwinden des Kerns vor der Theilung erklärt sich aus eigenthümlichen Formveränderungen desselben, durch welche seine Erkennbarkeit am lebenden Objecte vermindert wird.

2) Dem Kern kommt im Zellenleben eine hohe physiologische Bedeutung zu, indem er als ein in der Zelle bestehendes automatisches Kraftcentrum angesehen werden muss. Dasselbe tritt namentlich bei der Zellvermehrung in Wirksamkeit, indem es dieselbe anregt und beherrscht, dadurch dass es sich selbst in zwei Kraftcentra zerspaltet. Es lassen sich hierbei eine Reihe von Erscheinungen beobachten, die hoffen lassen, dass eine genauere und noch mehr ausgedehnte Kenntniss von den Theilungsprocessen thierischer und pflanzlicher Zellen uns später erlauben wird, auch in den physikalischen Vorgang der Zelltheilung tiefer einzudringen.

Literaturangaben. Wie über das Schicksal des Keimbläschens vor und nach der Befruchtung, so sind auch über die Rolle des Kerns bei der Eitheilung in der Literatur die verschiedensten Beobachtungen mitgetheilt und einander entgegengesetzte Meinungen ausgesprochen worden. Schon seit mehreren Jahrzehnten stehen sich hier zwei Ansichten gegenüber, von denen bald die eine, bald die

andere zeitweilig zu einer grösseren Allgemeingeltung gelangt ist. Nach der einen Ansicht soll der Kern vor jeder Theilung verschwinden und sich auflösen, um in jedem Tochtersegment sich wieder von Neuem zu bilden; nach der anderen dagegen soll der Kern sich nicht auflösen, vielmehr sich einschnüren, in zwei Hälften zerfallen und hierdurch die Zelltheilung veranlassen.

Die erste Ansicht ist von den Botanikern hauptsächlich aufgestellt worden. Während sie bei diesen zu einer fast allgemeinen Geltung gelangt ist, hat sie dagegen unter den Zoologen nur eine geringe Anzahl von Anhängern gefunden. Unter denselben ist namentlich Reichert[1]) anzuführen, der seine Untersuchungen an parasitischen Nematoden angestellt und hier vor jeder Theilung ein Verschwinden des Kerns beobachtet hat. Für die zweite Ansicht, nach welcher die Kerntheilung der Eitheilung vorausgehen soll, sind von den Zoologen und Anatomen die namhaftesten Autoritäten eingetreten, wie C. E. v. Baer[2]), Joh. Müller[3]), Leydig[4]), Gegenbaur[5]) Haeckel[6]), v. Beneden[7]) etc. Bei den verschiedensten Objecten, wie bei den Seeigeln, bei Entoconcha, bei Räderthierchen, Pteropoden, Siphonophoren, Würmern haben dieselben entweder eine Streckung des Kerns oder das Vorhandensein zweier Kerne in der noch ungetheilten Zelle kurz vor der Theilung beobachtet und haben hieraus auf eine der Zelltheilung vorausgehende Kerntheilung geschlossen.

Bei dieser grossen Anzahl positiver Angaben hätte man nun wohl erwarten können, dass die Kerntheilung bei der Eifurchung allgemein als eine feststehende Thatsache angenommen worden wäre. Dass dies nun nicht geschehen ist, lässt sich wohl daraus erklären, dass von keinem der angeführten Forscher die Theilungsvorgänge

---

[1]) Reichert. Der Furchungsprocess und die sogenannte Neubildung um Inhaltsportionen. Archiv f. Anat. u. Phys. 1846.

[2]) C. E. v. Baer. Froriep's Neue Notizen Bd. 39.

[3]) Joh. Müller. Ueber die Erzeugung von Schnecken in Holothurien. Archiv f. Anat. u. Phys. 1852.

[4]) Leydig. Ueber den Bau und die systemat. Stellung der Räderthiere. Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. VI.

[5]) Gegenbaur. Zur Lehre vom Generationswechsel und der Fortpflanzung bei Medusen und Polypen. Gegenbaur. Untersuchungen über Pteropoden u. Heteropoden.

[6]) Haeckel. Zur Entwicklungsgeschichte der Siphonophoren. 1869.

[7]) Ed. v. Beneden. Recherches sur la composition et la signification de l'oeuf. Mem. cour. de l'academie belg. 1870. T. XXXIV.

in allen ihren Stadien Schritt für Schritt genau verfolgt und beschrieben worden sind, wie denn auch keiner von ihnen auf die mannigfachen Veränderungen am Kern und im Dotter bei der Theilung aufmerksam geworden ist. So war für die Gegner immer Gelegenheit zur Annahme geboten, dass in jene Angaben doch irgend ein Irrthum sich möge eingeschlichen haben, und konnten sie an ihren Beobachtungen um so eher festhalten, als ein Fehler in denselben von anderer Seite nicht nachgewiesen wurde.

Von den Radienfiguren, welche bei der Eifurchung auftreten, ist in früheren Jahren nur Weniges hier und da beobachtet worden. So hat Derbès [1]) die radiäre Anordnung des Protoplasma um den kugligen Kern bei Echinodermen, Krohn [2]), Kowalewsky [3]) und Kupffer [4]) bei Ascidien beschrieben.

Ganz in der Neuzeit sind die Vorgänge bei der Eifurchung wieder ein Gegenstand eifriger Forschung geworden. Bei der erhöhten Leistung der Mikroskope, besonders aber bei der Vervollkommnung der mikroskopischen Technik konnte es jetzt nicht ausbleiben, dass manche bis dahin übersehene Veränderungen bei der Eitheilung zur Beobachtung gelangten. Trotzdem aber haben auch in diesen neueren Untersuchungen die beiden alten Ansichten wieder ihre Vertreter gefunden. Ein Theil der Forscher ist zu dem Endergebniss gelangt, dass bei der Eitheilung der Kern sich auflöst, ein anderer, dass der Kern sich theilt. Wieder stehen den Beobachtungen von Fol [5]), Flemming [6]) und Auerbach [7]), welche die Reichret'sche Ansicht stützen, die Beobachtungen von Bütschli [8]) und Strasburger [9]) gegenüber.

---

[1]) Derbès. Formation de l'embryon chez l'oursin comestible. Annal. des scienc. nat. Serie III. T. VIII. 1847.

[2]) Krohn. Ueber die Entwicklung der Ascidien. Archiv f. Anat. u. Phys. 1852.

[3]) Kowalewsky. Mém. de l'Acad. imp. de St. Pétersbourg. T. X.

[4]) Kupffer. Die Stammesverwandtschaft zwischen Ascidien und Wirbelthieren. M. Schultze's Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. VI.

[5]) H. Fol. Jenaische Zeitschr. f. Med. u. Naturw. Bd. VII.

[6]) Flemming. Archiv f. mikroskop. Anat. Bd. X. und Sitzb. der K. Acad. d. Wissensch. III. Abth. Jahrg. 1875. B. LXXI.

[7]) Auerbach. Organologische Studien. Heft II. Breslau 1874.

[8]) Bütschli. Nova Acta der Ksl. Leop.-Carol.-Deutschen Academie. Bd. XXXVI. No. 5. Ferner zwei vorläufige Mittheilungen in Zeitschrift f. wiss. Zool. Bd. XXV.

[9]) Strasburger. Ueber Zellbildung und Zelltheilung. Jena 1875.

Auf die Einzelheiten ihrer Untersuchungen, durch welche werthvolle Beiträge zur Erkenntniss der Eifurchung geliefert worden sind, will ich jetzt näher eingehen und dabei zugleich nachzuweisen versuchen, in wie weit mit allen jenen Angaben sich die von mir erhaltenen Ergebnisse vereinbaren lassen.

Fol[1]) hat die Entwicklung des Geryonideneies untersucht und an diesem Objecte zum ersten Male das Auftreten zweier Radienfiguren an den zwei Kernpolen beobachtet. Das Keimbläschen soll bald nach der Befruchtung seine Gestalt in unregelmässiger Weise vielfach verändern, verschwommen werden und endlich gänzlich vor dem bewaffneten Auge verschwinden. Bei sofortigem Zusatz von Essigsäure soll aber ein Rest desselben noch zum Vorschein kommen und ausserdem auf zwei Seiten des Kernüberbleibsels je eine Protoplasmaanhäufung sich zeigen, deren dicht angesammelte Körnchen eine regelmässige sternförmige Figur bilden. Während die beiden Sterne im weiteren Verlauf der Entwicklung weiter auseinanderrücken, sollen vom Keimbläschen auch bei Anwendung von Reagentien keine Ueberbleibsel mehr nachzuweisen sein. Die beiden Sterne betrachtet Fol als Anziehungscentren. Nach der Theilung, welche senkrecht zu einer durch die Radienfiguren hindurchgelegten Ebene erfolgt, sollen in denselben die Tochterkerne neu entstehen, indem zwei, dann drei bis acht und zehn kleinere Vacuolen auftreten, welche mit der Zeit anwachsen, verschmelzen und endlich eine grosse runde Vacuole bilden.

Aus diesen Beobachtungen zieht Fol den Schluss, dass bei der Theilung das Keimbläschen verschwindet und zwei Anziehungsmittelpuncte, die radienartigen Figuren, in der Eizelle sich entwickeln, dass nach der Theilung die Segmentkerne in den Anziehungsmittelpuncten neu entstehen.

Wie aus dem Referate hervorgeht, hat Fol nur einzelne Theile der bei der Eifurchung sich abspielenden Vorgänge beobachtet, während ihm andere auch bei Anwendung von Reagentien verborgen geblieben sind. So hat er zum Beispiel bei der eintretenden Streckung des Kerns nur den mittleren, verdickten Theil desselben bei Essigsäurezusatz noch unterscheiden können und als Kernrest gedeutet, seine bis in die Strahlenfiguren reichenden Fortsätze aber und endlich im Hantelstadium das ganze Kernband durch die angewandte Methode

---

[1]) Fol. Die erste Entwicklung des Geryonideneies, Jenaische Zeitschr. f. Med. u. Naturwissenschaft. Bd. VII. 1873.

nicht mehr zur Anschauung bringen können. Die von Fol als vereinzelte Vacuolen beschriebenen Gebilde, welche durch ihr Zusammenfliessen die Tochterkerne bilden, führe ich auf die unmittelbar nach der Theilung in den seitlichen Verdichtungszonen des Kernbandes entstehenden höckerartigen Anschwellungen zurück, welche im lebenden Zustande bei Geryonia wahrscheinlich allein sichtbar sind. Wichtig ist die Beobachtung Fol's, dass nach der Befruchtung der Kern amöboide Formveränderungen erleidet, was ich gleichfalls bei Seeigeleiern wahrgenommen habe.

Fast gleichzeitig mit Fol hat Flemming[1]) bei Anodonta das Auftreten zweier Strahlenfiguren beobachtet und sie als zwei Anziehungscentren gedeutet. Er beschreibt sie als zwei helle Stellen von körnchenloser Substanz, von denen aus Radien eben solcher Substanz gegen den Umfang zu geordnet liegen. Sie sollen einige Zeit nach Auflösung des alten Kerns im Innern der Zelle nahe bei einander auftauchen. In einem weiteren Stadium sollen die Strahlenfiguren verschwunden und zwei Tochterkerne in der ungetheilten Dottermasse aufzufinden sein.

Neuerdings hat Flemming[2]) zu diesen Angaben einige weitere ergänzende Zusätze geliefert. Uebereinstimmend mit Fol beschreibt er zwischen den zwei Sternen einen in Carmin sich intensiv imbibirenden Körper, welchen er als Kernrest deutet. Derselbe soll später ganz verschwinden. Ausserdem findet er noch im Mittelpunct eines jeden Sternes einen roth imbibirten Fleck, über dessen Deutung er unsicher ist. Doch möchte er denselben für den jungen allerdings noch sehr kleinen Kern halten. Nach vollendeter Theilung sollen in jedem Segmente die neugebildeten Tochterkerne erst mit Deutlichkeit hervortreten. Das öfters beobachtete Vorkommen zweier Kerne in einer Zelle wird in der letzten Arbeit von Flemming als pathologische Erscheinung aufgefasst, eine Deutung, welche ich für dieselben Befunde bei Seeigeleiern gleichfalls gegeben habe. Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass die von Flemming zur Untersuchung benutzten Anodonteneier bei ihrer Grösse und ihrem Reichthum an dunklen Dotterkörnchen keine geeigneten Objecte sind, um die so schwer sichtbaren Kernveränderungen zu erkennen. So erklärt es

---

[1]) Flemming. Ueber die ersten Entwicklungserscheinungen am Ei der Teichmuschel. Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. X.

[2]) Flemming. Studien in der Entwicklungsgeschichte der Najaden. Sitzb. der K. Acad. d. Wissensch. III. Abth. Jahrg. 1875. Bd. LXXI.

sich denn auch, dass FLEMMING trotz Anwendung von Reagentien und färbender Flüssigkeiten keinen vollständigen Einblick sich hat verschaffen können. Ich glaube nicht zu irren, wenn ich den von ihm beobachteten, bei Carminbehandlung dunkel roth gewordenen Körper zwischen den beiden Radienfiguren und die schwächer gefärbten Flecke in den Mittelpuncten der letzteren für die mittlere Verdichtungszone und für die Enden des langgestreckten Kerns erkläre.

Eine mit vorzüglicher Sorgfalt durchgeführte Arbeit über die Eifurchung bei den Nematoden ist uns von AUERBACH geliefert worden. Zum ersten Male erhalten wir hier einen klaren Einblick in alle einzelnen Vorgänge, die am lebenden Objecte zu beobachten sind.

Nach AUERBACH[1]) verwandelt sich der durch Verschmelzung zweier Kerne entstandene einfache Kern zunächst in einen spindelförmigen Körper und bald darauf durch weitergehende Verlängerung in einen sehr schmalen Streifen mit parallelen Rändern und zugespitzten Enden. Derselbe wird rasch noch schmäler, so dass er bald nur als eine ganz enge Spalte im Protoplasma erscheint; endlich verschwindet er vollkommen. »Gleichzeitig entwickelt sich eine andere sehr eigenthümliche Erscheinung. Während der Verlängerung des Kerns wird in seiner nächsten Umgebung und zwar in grösserer Ausdehnung um seine Spitzen herum, das Protoplasma frei von Dotterkügelchen. In Folge dessen tritt, wenn die nucleäre Höhle die Form einer langen engen Spalte angenommen hat, an beiden Seiten der letzteren ein Streifen klaren körnchenfreien Protoplasmas in die Erscheinung, und dieser Doppelstreifen erweitert sich über jedem der beiden Enden der Spalte zu einem breiteren, runden, übrigens ganz ähnlich aussehenden Felde, welches seinerseits wieder eine grosse Anzahl radiärer heller Strahlen in den dunkelkörnigen Dotter hineinsendet. Es sind also in den beiden Enddritteln des Dotterballens gleichsam zwei blasse Sonnen entstanden, welche untereinander durch ein langes stabförmiges Zwischenstück in Verbindung stehen, und dieses letztere enthält eine Zeitlang noch den erwähnten nucleären Spalt, welcher später völlig schwindet.« AUERBACH nennt diese Figur die hantelförmige. Nach diesen Veränderungen beginnt die Eifurchung. Wenn dieselbe noch wenig vorgeschritten ist, entsteht im Stiel der Hantel an zwei der Furchungsebene nahen Puncten

[1]) AUERBACH. Organologische Studien. Heft II. Breslau 1874.

je eine Vacuole. Anfänglich klein wächst dieselbe mehr und mehr an, rundet sich ab und schiebt sich im Stiel der Figur immer weiter gegen deren Kopf hin; einige Zeit nach der Theilung nimmt sie die Mitte des Segmentes ein. Währenddem verändert sich die körnchenfreie Figur, welche Auerbach einem Hammer vergleicht. Erst verschwindet der Stiel, dann der Hammerkopf, so dass die Dotterkörnchen wieder gleichmässig im Segmente vertheilt sind.

Die von mir an Seeigeleiern angestellten Untersuchungen, soweit sie das lebende Object betreffen, haben fast Punct für Punct eine Bestätigung dieser Angaben Auerbach's geliefert. Derselbe hat sogar die Streckung des Kerns ohne Anwendung von Reagentien weiter verfolgen können, als es mir möglich war. Offenbar sind hier die ovalen und platten Nematodeneier günstigere Objecte, da bei ihnen der Stiel der Hantel gerad gestreckt, während er bei den Seeigeleiern ziemlich stark gekrümmt ist. Nur darin weiche ich von Auerbach ab, dass ich schon um den kugligen Furchungskern eine radiäre Anordnung des Protoplasma vorgefunden habe.

Für die bei der Eitheilung beobachteten Erscheinungen hat Auerbach in der angeführten Arbeit folgende Erklärung gegeben. »Die Doppelsonne mit ihrem Verbindungsstiel lässt er dadurch entstehen, dass der Kern untergeht, dass während der Verlängerung und gleichzeitigen Volumsveränderung der Kernhöhle allmälig der dieselbe erfüllende Saft zwischen die Molecüle des benachbarten Protoplasma eindringt und dabei die Dotterkörnchen aus diesem verdrängt. Die Strahlen um die Spitzen des Kerns sind eben der Ausdruck der Bahnen, innerhalb welcher feine Strömchen des Kernsaftes in das Protoplasma eindringen, die Dotterkügelchen entweder bei Seite schiebend oder vor sich her jagend. Gleichwie aber aus einem zugespitzten electrischen Leiter die Electricität vorzugsweise aus der Spitze ausströmt, so auch hier der Kernsaft aus den spitzen Enden der Spindel etc. Indem aber an den einmal gewonnenen Ausströmungspuncten immer mehr Flüssigkeit nachdrängt, verlängern sich die Strahlen nicht blos, sondern sie werden auch an ihrer Basis erweitert und fliessen hier zu dem rundlichen Raume zusammen, welcher den Körper der Sonne darstellt etc. Indem so der Kern vollständig schwindet, entsteht im Innern des Dotters ein eigenthümlich gestalteter Bereich, in welchem das Protoplasma frei von Dotterkügelchen, aber mit Kernsaft imbibirt ist.« Für denselben hat Auerbach den Namen karyolytische Figur eingeführt. Das Active bei diesen Vorgängen soll nun das Protoplasma selbst sein, welches

durch seine inneren Verschiebungen die Formveränderungen der Kernhöhle bewirkt und den Kernsaft allmälig aufsaugt.

Im Zusammenhang mit dieser Auffassung denkt sich nun AUERBACH auch die Entstehung der Tochterkerne in der Weise, dass während der Zweitheilung in jeder entsprechenden Hälfte der karyolytischen Figur der in ihr diffus vertheilte Kernsaft sich wieder in einen Tropfen ansammelt und so zum Kern des Segmentes gestaltet, indem er aus den Molecularinterstitien des Protoplasma sich herauszieht. Die geschilderte Art der Kernentstehung wird als die palingenetische bezeichnet.

So ist AUERBACH in der Beurtheilung der von ihm beobachteten Erscheinungen zu Deutungen gelangt, welche den von mir gegebenen ganz entgegengesetzt sind. Die Verschiedenheiten in den versuchten Erklärungen sind hauptsächlich dadurch herbeigeführt worden, dass AUERBACH aus dem zeitweisen Verschwinden des Kerns an dem lebenden Objecte auf seinen morphologischen Untergang geschlossen und die andere Möglichkeit, dass der Kern im frischen Zustande unkenntlich geworden ist, nicht berücksichtigt hat, wie er denn auch seine Objecte einer Behandlung mit Reagentien nicht unterworfen zu haben scheint. Eine zweckmässige Anwendung derselben halte ich aber bei derartigen Untersuchungen für durchaus geboten und habe ich auch nur mit Hülfe derselben nachweisen können, dass der Kern niemals schwindet und eine palingenetische Kernentstehung nicht stattfindet. Hiermit fällt natürlich die von AUERBACH gegebene Erklärung der Radienfiguren, welche er als karyolytische betrachtet. Gegen dieselbe spricht weiter noch die Thatsache, dass schon um den kugligen Furchungskern das Protoplasma eine strahlige Anordnung annimmt, eine Thatsache, welche durch die Beobachtungen von DERBÈS, KROHN, KOWALEWSKY, KUPFFER, BÜTSCHLI und STRASBURGER als sichergestellt betrachtet werden kann. Auch lassen sich, wie ich früher gezeigt habe, alle bei der Eitheilung entstehenden Radienfiguren aus einer von dem Kern auf das Plasma ausgeübten Anziehung ungezwungen erklären. Dass der Kern bei seiner Streckung eine Volumsverminderung erfahre, wie AUERBACH annimmt, ist mir bei meinen Beobachtungen nicht aufgefallen. Etwas Bestimmtes lässt sich aber hierüber kaum aussagen, da eine vergleichende Volumsbestimmung der so ungemein veränderten Kernformen durch Messung wohl nicht ausführbar ist.

Zu entgegengesetzten Resultaten wie FOL, FLEMMING und AUERBACH, was die Betheiligung des Kerns bei der Zelltheilung betrifft, sind BÜTSCHLI und STRASBURGER gekommen, ersterer durch

Untersuchung der Eifurchung bei freilebenden Nematoden und der Theilung von Spermamutterzellen von Blatta orientalis, letzterer durch Untersuchung pflanzlicher Objecte und der Eifurchung von Phallusia mammillaris.

Von Bütschli haben wir drei Publicationen zu berücksichtigen, von welchen die erste: Beiträge zur Kenntniss der freilebenden Nematoden[1]), in ihrer Entstehung noch vor die Arbeiten Flemming's und Auerbach's fällt. In derselben theilt Bütschli mit, dass sich in den ovalen befruchteten Eiern das Protoplasma radiär um den central gelegenen kugelförmigen Kern anordnet, dass dann der Kern die Gestalt einer Citrone annimmt, wobei seine Ränder undeutlicher werden und dass an jedem Pol des citronenförmigen Gebildes eine kleine knopfartige Anschwellung bemerkbar wird, welche mehr und mehr wächst und um welche sich ein Strahlenkreis im Dotter bildet. Die zwei knopfartigen Anschwellungen rechnet Bütschli zum Kern und deutet sie als zwei Centren der Anziehung, er lässt dieselben sich weiterhin stetig vergrössern und mehr auseinanderrücken, wobei der sie verbindende Theil immer schmäler wird und schliesslich nur wie ein dünner Verbindungsfaden erscheint. Derselbe soll bei der Furchung in seiner Mitte durchschnitten werden und sich darauf zu dem eigentlichen Kern zurückziehen, hier die knopfartige Anschwellung bildend, die man kurze Zeit nach der eingetretenen Furchung häufig sieht. Während des ganzen Theilungsvorganges beschreibt Bütschli die Contour des Kernes als etwas verschwommen und schien es ihm als ob von demselben strahlenartige Fortsätze in den Dotter sich hineinerstreckten. Erst mit der Vollendung der Furchung sollen die Tochterkerne, während gleichzeitig die strahlenartige Zeichnung im Dotter undeutlicher wird, wieder bestimmtere Umrisse erhalten und endlich als scharf umschriebene Bläschen erscheinen.

Bütschli gibt in den hier mitgetheilten Beobachtungen eine im Ganzen zutreffende Schilderung der bei der Furchung im Dotter wahrnehmbaren Erscheinungen, wie denn auch seine Zeichnungen mit denjenigen Auerbach's viel Aehnlichkeit besitzen; dagegen hat er, wie schon Auerbach richtig hervorgehoben hat, die durch Ansammlung homogenen Protoplasmas um die Kerne entstehenden Figuren irriger Weise für die Kerne selbst gehalten. Am meisten scheint mir dies aus der Figur XI hervorzugehen, in welcher die knopf-

[1]) Bütschli. Beiträge zur Kenntniss der freilebenden Nematoden. Nova Acta der Ksl. Leop.-Carol.-Deutschen Academie. Bd. XXXVI. No. 5. pag. 101—104.

artige Anschwellung, welche durch Ansammlung des Verbindungsfadens entstanden sein soll, der Kern selbst, die mit ihm zusammenhängende homogene Scheibe dagegen der von Auerbach als Hammerkopf bezeichnete Theil der Anziehungsfigur ist.

Werthvolle Beiträge zur Erkenntniss der im Kern bei der Theilung erfolgenden Differenzirungen hat weiterhin Bütschli in zwei jüngst erschienenen vorläufigen Mittheilungen gegeben [1]. In diesen beschreibt er, gestützt auf Essigsäurepräparate, dass der Kern im Cucullanusei und den Spermamutterzellen von Blatta orientalis vor der Theilung sich streckt, Spindelgestalt annimmt und eine characteristische Veränderung seines Inhaltes erfährt. »Die Spindel ist deutlich längsfaserig und in jeder Faser liegt im Aequator des Körpers ein dunkles glänzendes Korn, so dass die Körner zusammen in der Ansicht auf die Enden des spindelförmigen Körpers einen Körnerkreis bilden.« »Bei dieser Umwandlung büsst der Kern seine scharf contourirte dunkle Hülle und einen beträchtlichen Theil seines Saftes ein, so dass sich sein Volumen bedeutend verringert.« »Im weiteren Verlauf theilt sich die äquatoriale Körnerzone in zwei, die auseinander rücken, bis sie schliesslich in den Enden des spindelförmigen Körpers anlangen, durch Fasern untereinander verbunden.« »Um die Enden der Kernspindel bemerkt man radiäre Strahlung im Zellenprotoplasma.« Bei beginnender Einschnürung der Zelle »streckt sich der Kern noch mehr, so dass er die spindelförmige Gestalt aufgibt und etwa bandförmig erscheint; die Enden des Bandes bilden die dunklen Körner, die sich nun nahe dem Centrum der neu entstehenden Zellen befinden.«

Was die Bildung der neuen Kerne der Tochterzellen anbetrifft, so beginnt dieselbe nach Bütschli damit, dass zuerst nur ein sehr kleiner und unscheinbarer, heller, von Flüssigkeit erfüllter Raum um die dunklen Körnermassen der Kernenden entsteht, der mehr und mehr wächst, während der Faserstrang, der die so aus den Enden hervorwachsenden Kerne verbindet, sich mehr und mehr verschmächtigt. »Die dunklen Körner gehen in das Innere der neuen Kerne über, sie sind die Kernkörper. Sind auf solche Weise durch diese Flüssigkeitsansammlung um die dunklen Körner des ehemaligen spindelförmigen Körpers die jungen Kerne der Tochterzellen schon

[1] Bütschli. Vorläufige Mittheilungen über Untersuchungen, betreffend die ersten Entwicklungsvorgänge im befruchteten Ei von Nematoden und Schnecken. Zeitschrift f. wissensch. Zool. Bd. XXV. Bütschli. Vorläufige Mittheilung einiger Resultate von Studien über die Conjugation der Infusorien und die Zelltheilung. Zeitschrift f. wissensch. Zool. Bd. XXV.

nahezu oder vollständig ausgebildet, so hängen dieselben nichts desto weniger noch durch die Fasern, die man zuweilen deutlich noch von den dunkeln Körnern, jetzt Kernkörpern der jungen Kerne entspringen sieht, zusammen.« Bütschli vermuthet, dass »die Fasern schliesslich in die zu den beiden neuen Kernen gehörenden Hälften zerfallen und diese in die zugehörigen Kerne aufgenommen werden.«

Die ausführlich mitgetheilten Angaben Bütschli's finden zum grossen Theil in meiner Arbeit eine Bestätigung. Wie bei Cucullanus und Blatta orientalis entsteht auch bei den Seeigeln im langgestreckten Eikern eine äquatoriale Körnerzone (mittlere Verdichtungszone), welche sich weiterhin in zwei auseinanderrückende Körnerzonen (seitliche Verdichtungszonen) theilt. Die von Bütschli beschriebene und deutlich abgebildete Verbindung der Stäbchen durch feinere Fäden habe ich bei meinem Objecte nicht deutlich beobachten können. Das Mittelstück des Kernbandes schien mir meist völlig homogen zu sein. Doch halte ich es für recht gut möglich, dass dies feinere Structurverhältniss vielleicht in Folge der angewandten Präparationsmethode oder weil bei den Seeigeleiern der Kern von einer zwar durchsichtigen aber immerhin ziemlich beträchtlichen Dottermasse umhüllt wird, mir verborgen geblieben ist. Dagegen stimme ich Bütschli nicht bei, wenn er die Körnerzonen bis an die Enden des Kernbandes auseinander rücken lässt, was bei meinem Objecte ganz bestimmt nicht der Fall ist. Hier besteht noch über die seitliche Verdichtungszone hinaus eine dünne Verlängerung des Kernbandes, deren Ende genau den Mittelpunct je einer Radienfigur einnimmt. Ueber das Verhältniss des Kerns zu den im Dotter entstehenden Figuren hat Bütschli leider keine genaueren Mittheilungen gegeben, von einer Bemerkung abgesehen, dass die karyolytische Figur Auerbach's entschieden als der eigenthümlich modificirte Kern zu betrachten sei, eine Ansicht, der ich nicht beistimmen kann. Endlich kann ich die kurzen Angaben Bütschli's über die Umbildung der Tochterkerne mit meinen Beobachtungen nicht in Einklang bringen. Um das Verhältniss, in welchem beide zu einander stehen, richtig zu beurtheilen, wird es nothwendig sein, erst die ausführliche Darstellung Bütschli's abzuwarten.

Gleichzeitig und unabhängig von Bütschli hat Strasburger[1]) gründliche Untersuchungen über Kerntheilung angestellt und hat er

[1]) Strasburger. Ueber Zellbildung und Zelltheilung. Jena 1875.

sein sehr umfassendes Beobachtungsmaterial in einer besonderen Schrift: »Ueber Zellbildung und Zelltheilung« veröffentlicht. Strasburger hat hauptsächlich pflanzliche Objecte im Auge gehabt, nebenher aber auch seine Untersuchung unter Anderem auf die Eifurchung von Phallusia mammillaris ausgedehnt. Hierbei ist er zu dem wichtigen Resultate gelangt, dass im Pflanzen- und Thierreich eine fast vollständige Identität im Zelltheilungsprocess herrscht, dass der Kern nicht aufgelöst wird, sondern durch einen verwickelten Vorgang in zwei Theile zerfällt.

Unter den von Strasburger untersuchten zahlreichen Objecten stimmen meine Beobachtungen hinsichtlich der feineren Vorgänge am meisten mit der Beschreibung der Kerntheilung bei Spirogyra orthospira überein.

Das grosse Kernkörperchen löst sich vor der Theilung in der übrigen Kernmasse vollständig auf. Der so homogen gewordene Kern streckt sich und nimmt, indem er sich an zwei Polen abplattet, Tonnengestalt an. Der Inhalt beginnt sich jetzt streifig zu differenziren, derart, dass feine Fäden von einem Pole des Kerns zum andern verlaufen. Im Aequator der Fäden sammelt sich eine verdichtete Substanz an, welche Strasburger Kernplatte benennt. Dieselbe ist selten continuirlich, besteht vielmehr meistens aus einer Schicht getrennter Stäbchen oder Körner. Weiterhin spaltet sich die Kernplatte in zwei Hälften, die auseinander weichen, während ein medianer Theil der Platten zu feinen Fäden sich ausdehnt, welche als Kernfäden bezeichnet werden. Die Plattenhälften rücken bei ihrer entgegengesetzten Wanderung nie bis zu den Kernenden vor. Während der Kernstreckung hat sich noch an den beiden Endflächen der Tonne körnchenfreies Protoplasma angesammelt, an welchem im frischen Zustande eine radiäre Anordnung bemerkbar ist. Die Bildung des Tochterkerns beginnt damit, dass die Plattenkörner zu einer soliden Scheibe verschmelzen und gleichzeitig das Kernende eingezogen wird. Bald schwillt die Scheibe stärker an und es treten in ihr mehrere stärker lichtbrechende Kugeln auf, von welchen alle bis auf eine an Grösse stark zunehmende Kugel (das Kernkörperchen) später wieder verschwinden.

Bei einem Vergleich dieser Vorgänge mit denjenigen im Seeigelei entspricht Strasburger's Kernplatte augenscheinlich der mittleren Verdichtungszone im spindelförmigen Kern, die durch Theilung entstandenen Kernplattenhälften entsprechen den beiden seitlichen Verdichtungszonen des Kernbandes, die zwischen beiden sich aus-

spannenden Kernfäden dem von mir als Mittelstück bezeichneten Theil, welchen ich als homogen beschaffen beschrieben habe. In beiden Objecten rücken die Verdichtungszonen im Kern — und hierauf möchte ich besonders die Aufmerksamkeit gelenkt haben — nicht bis zum Kernende vor, in beiden Objecten entsteht der Tochterkern an der Stelle der Verdichtungszone durch Verschmelzen der Stäbchen und Körner untereinander in Folge eintretender Imbibition mit Kernsaft; in beiden Fällen ist der zunächst entstehende Kern homogen. Die Anhäufung körnchenfreien Protoplasmas um die Kernenden bei Spirogyra entspricht dem Hantelkopf im Seeigelei.

Nach vollzogener Kerntheilung lässt Strasburger die Kernfäden bei pflanzlichen Zellen noch eine Zeit lang zwischen beiden Tochternuclei ausgespannt erhalten bleiben und bei der Bildung der Cellulosewand eine nach den einzelnen Pflanzenarten etwas verschiedene Rolle spielen. In der Aequatorialebene sollen sie anschwellen und die angeschwollenen Stellen darauf zu einer zusammenhängenden Platte sich vereinigen; dieselbe wird als Zellplatte bezeichnet und soll aus Hautschicht bestehen. Weiterhin beschreibt Strasburger dass in dieser Platte eine Spaltung erfolgt, dass ihre beiden Hälften jedoch nicht auseinander rücken, vielmehr sofort Cellulose in die Spaltungsfläche ausscheiden. Die Cellulose lässt er zu einer zusammenhängenden Membran erhärten und einen Theil der Trennungswand der beiden Schwesterzellen bilden. In dem Umstand, dass die Hautschichtplatte aus den der Kernplatte entstammenden Fäden hervorgeht, erblickt Strasburger einen entschiedenen Beweis für die Stoffverwandtschaft von Hautschicht und Kern.

Wenn ich hinsichtlich des Vorgangs der Kerntheilung mich in völliger Uebereinstimmung mit Strasburger befinde, so kann ich dagegen seiner Auffassung, nach welcher der Kern bei den Pflanzen eine Rolle bei der Cellulosebildung spielt, nicht beistimmen. Aus principiellen Gründen ist mir der Zusammenhang des eben geschilderten Vorgangs mit der Kerntheilung sehr unwahrscheinlich, wie ich denn auch schon früher mich gegen die Abstammung des Kerns von der Hautschicht ausgesprochen habe. Sollten nicht Strasburger's Beobachtungen eine andere Deutung zulassen? Sollten die nach vollzogener Kerntheilung in der Aequatorialebene anschwellenden und die Zellplatte bildenden Fäden nicht vielleicht aus Protoplasma bestehen, welches den Kern eingehüllt und nach seiner Trennung zwischen seinen Theilstücken sich ausgespannt hat? Hoffentlich werden weitere Untersuchungen diese Verhältnisse bald aufklären.

Mit der Darstellung, welche Strasburger von der Eitheilung bei Phallusia mammillaris gibt, stimmen meine Beobachtungen weniger als mit seiner Darstellung der Theilungsvorgänge bei Spirogyra überein. Nach Strasburger ist der Verlauf der Eitheilung bei Phallusia in seinen wesentlichen Zügen kurz folgender: Der im Ei central gelegene Furchungskern, um welchen der Dotter eine strahlenartige Anordnung angenommen hat, streckt sich und gewinnt eine spindelförmige Gestalt. An seinen beiden Enden entstehen zwei neue zuerst kleine, dann sich vergrössernde Radienfiguren. In der Kernspindel bilden sich weiterhin einzelne dunklere Streifen und in diesen die äquatoriale Kernplatte aus. Wenn die letztere sich halbirt hat und die beiden Plattenabschnitte auseinandergerückt sind, finden sich in dem Ei zwei durch einen Stiel verbundene Sonnen, Auerbach's karyolytische Figur, vor. Die Mittelpuncte der beiden Sonnen werden von den neuen Zellkernen eingenommen, zwischen welchen sich nur wenige vereinzelte Kernfäden ausspannen. Bei ihrem Entstehen werden die Kerne von einer homogenen, etwas stärker als die Umgebung das Licht brechenden Substanz gebildet, mit der Vollendung der Furchung aber tritt in ihnen eine mit dünnflüssigem Inhalte erfüllte Vacuole auf. Dieselbe vergrössert sich, so dass schliesslich die eigentliche Kernmasse nur noch ihre Wandung bildet. In der Vacuole zeigen sich aber ein oder mehrere Kernkörperchen. Während dieser Aushöhlung der ursprünglich soliden Kerne, wird die radiale Anordnung der Plasmatheilchen undeutlicher.

In dieser Darstellung ist Strasburger in denselben Fehler wie Bütschli in seinen Beobachtungen der Eitheilung von Rhabditis dolichura verfallen. Auch er hat das sich an den Kernenden ansammelnde körnchenfreie Protoplasma mit zu dem Kern gerechnet und daher von den Formveränderungen des letzteren keine vollständig richtige Anschauung erhalten. Während der Tochterkern nach Auerbach und mir im Stiel der Hantelfigur sich formirt, lässt Strasburger ihn die Mitte jeder Sonne einnehmen. Während bei den Seeigeln nach Vollendung der Furchung der Tochterkern sich vergrössert und in die Mitte des Segmentes rückt, lässt Strasburger jetzt im Kern eine sich vergrössernde Vacuole auftreten. Meinen Beobachtungen zu Folge ist diese Vacuole der sich kuglig abrundende Kern selbst und die ihn umgebende homogene Rinde, welche anfangs die eigentliche Kernmasse bilden soll, ist nur körnchenfreies Protoplasma. Dass bei Phallusia mammillaris die Kernbildung in keiner andern Weise als bei Toxopneustes lividus sich vollzieht, schliesse

ich aus Strasburger's Figur 13, welche ein Ei im Moment der Zweitheilung darstellt. Hier finde ich im Mittelpunct jeder Sonne einen dunkleren Streifen abgebildet, welcher im Text nicht erwähnt wird, und welchen ich für das verdichtete Ende des Kernbandes halte.

Von den theoretischen Folgerungen, welche Strasburger aus seinen Beobachtungen zieht, will ich nur das hervorheben, dass er den Kern, wie ich dies gleichfalls annehme, die molecularen Vorgänge der Zellbildung beherrschen lässt, dass er bei der Zelltheilung die Kernpole als Attractionscentren und die Radienfiguren als Anziehungserscheinungen betrachtet.

In Betreff des übrigen hier unerwähnt gelassenen, reichhaltigen Beobachtungsmaterials und der an dasselbe angeknüpften weiteren theoretischen Erörterungen muss ich auf die Arbeit Strasburger's selbst verweisen.

Aus der vorliegenden Besprechung ist ersichtlich, dass wenn auch die Endresultate, zu welchen die verschiedenen Untersuchungen über das Verhalten des Kerns bei der Eitheilung geführt haben, sich vielfach widersprechen, so doch die denselben zu Grunde liegenden Beobachtungen eine Vereinbarung zulassen. Wie ich glaube gezeigt zu haben, sind die Widersprüche in den Literaturangaben hauptsächlich darauf zurückzuführen, dass bald ein mehr, bald ein weniger geeignetes Beobachtungsobject benutzt und dass bald die Untersuchung allein im frischen Zustande, bald auch mit Benutzung verschiedener Reagentien vorgenommen worden ist. Am klarsten hat sich dies aus der Besprechung der sorgfältigen Beobachtungen Auerbach's, Strasburger's und Bütschli's ergeben, Beobachtungen, welche nach der von mir am Ei des Toxopneustes liv. angestellten Untersuchung vollkommen mit einander vereinbart werden können. Es liegt somit kein Grund zu der Annahme vor, dass im Thierreich der Kern bei der Eifurchung sich in einer verschiedenen Weise betheilige, und lässt es sich daher erwarten, dass in der Folgezeit über zahlreichere Objecte ausgedehnte Untersuchungen bei Anwendung geeigneter Methoden auch zu übereinstimmenden Resultaten führen werden.

Mühlhausen i/Th., August 1875.

Erklärung der Abbildungen.

Alle Figuren sind bei 500facher Vergrösserung (Zeiss F. Oc. 2) gezeichnet.

Tafel X.

Figur 1. Unreifes Eierstocksei von Toxopneustes lividus.
Figur 2. Reifes Eierstocksei.
Figur 3—5. Eierstockseier, deren Keimbläschen sich rückbildet.
Figur 6. Eierstocksei, dessen Keimbläschen sich rückbildet. Mit Osmiumsäure und Beale'schem Carmin behandelt.

Tafel XI.

Figur 7 u. 8. Ei, fünf Minuten nach der Befruchtung. Einwandern des Spermakerns.
Figur 9. Keimbläschen eines Eierstockseies der Maus.
Figur 10. Ei, zehn Minuten nach der Befruchtung. Ei- und Spermakern berühren sich.
Figur 11. Ei, eine viertel Stunde nach der Befruchtung, mit dem durch Verschmelzung des Ei- und Spermakerns entstandenen einfachen Furchungskern.
Figur 12. Verschiedene Präparate vom Ei- und Spermakern nach Behandlung mit Osmiumsäure und Beale'schem Carmin.
Figur 13. Ei, fünf Minuten nach der Befruchtung durch Osmiumsäure abgetödtet und in Beale'schem Carmin gefärbt. Einwandern des Spermakerns.
Figur 14. Ei, zehn Minuten nach der Befruchtung durch Osmiumsäure abgetödtet und in Beale'schem Carmin gefärbt. Ei- und Spermakern berühren sich.

Tafel XII.

Figur 15—20. Furchungsstadien nach lebenden Objecten.
Figur 15. Ei, eine halbe Stunde nach der Befruchtung.
Figur 16*a*. Ei, 25 Minuten nach der Befruchtung. Entstehung der zwei Radienfiguren.
Figur 16*b*. Ei, 45 Minuten nach der Befruchtung.
Figur 17. Ei, eine Stunde nach der Befruchtung. Hantelstadium.
Figur 18. Ei, eine Stunde 5 Minuten nach der Befruchtung. Beginnende Zweitheilung.

Figur 19. Ei, eine Stunde 10 Minuten nach der Befruchtung. Vollendete Zweitheilung. Bildung der kugligen Segmentkerne.

Figur 20. Zwei Vorbereitungsstadien zur Viertheilung der Eizelle. Im oberen Theilstück ist das Auftreten zweier Radienfiguren, im unteren Theilstück das Hantelstadium dargestellt.

Tafel XIII.

Figur 21. Ei, 40 Minuten nach der Befruchtung durch Osmiumsäure abgetödtet und in BEALE'schem Carmin gefärbt.

Figur 22. Ei, 45 Minuten nach der Befruchtung. Osmium-Carminpräparat.

Figur 23. Ei, eine Stunde nach der Befruchtung. Hantelstadium. Osmium-Carminpräparat.

Figur 24. Zweigetheilte Eizelle in Vorbereitung zur Viertheilung. Chromsäure-Carminpräparat.

Figur 25. Beginnende Zweitheilung eine Stunde 5 Minuten nach der Befruchtung. Ansicht des Kernbandes von oben. Osmium-Carminpräparat.

Figur 26. Beginnende Zweitheilung eine Stunde 5 Minuten nach der Befruchtung. Ansicht des Kernbandes von der Seite. Osmium-Carminpräparat.

Figur 27. Verschiedene Kernformen.

a. Ansicht der mittleren Verdichtungszone in der Kernspindel. Chromsäurepräparat.

b. u. *c*. Kernformen, 30 Minuten nach der Befruchtung. Osmium-Carminpräparat.

d. Ansicht der mittleren Verdichtungszone in der Kernspindel. Osmium-Carminpräparat.

Figur 28. Verschiedene Kernformen.

a—*c*. Bildung des Tochterkerns nach vollendeter Zweitheilung der Eizelle.

d. Kernband mit mittlerer Einschnürung.

e. Kernband mit einfacher mittlerer Verdichtungszone.

f. Runder Kern nach Chromsäurebehandlung.

Fig. 21.

Fig. 22.

Fig. 27.

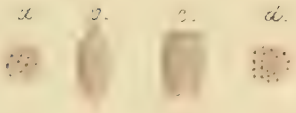


Fig. 23.

Fig. 24.

Fig. 28.

Fig. 25.

Fig. 26.

Fig. 15.

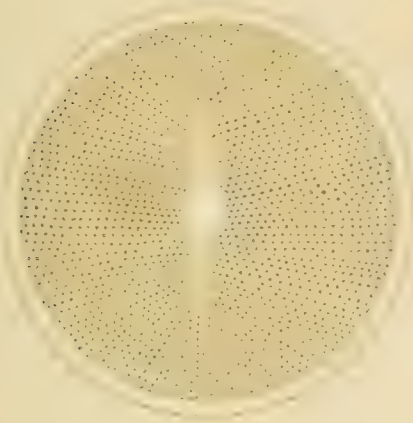


Fig. 16.

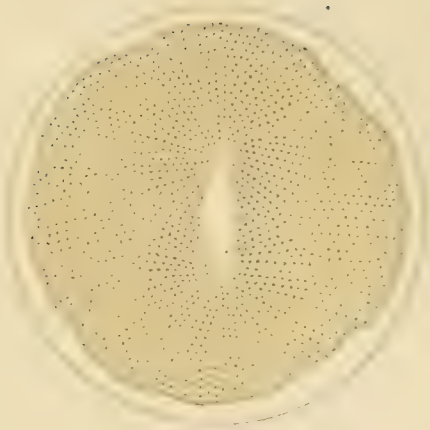


Fig. 17.

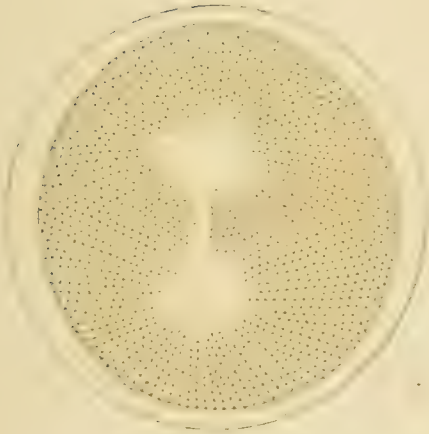


Fig. 18.

Fig. 19.

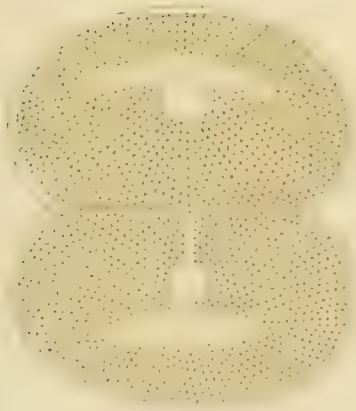


Fig. 20.

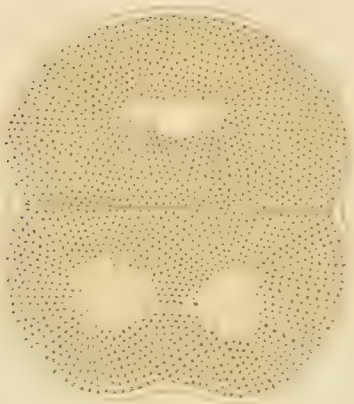


Fig 7

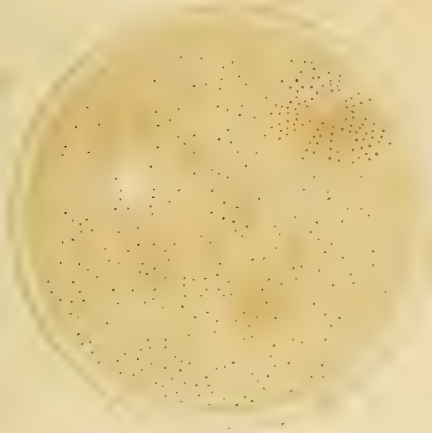


Fig 8

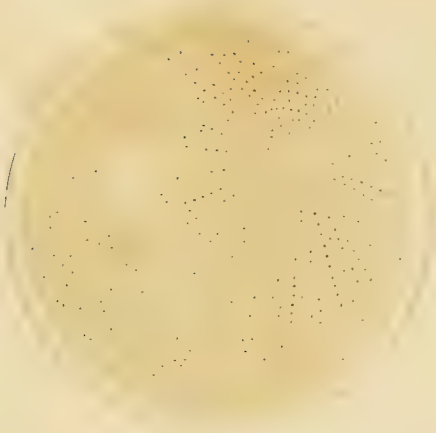


Fig 9

Fig 10

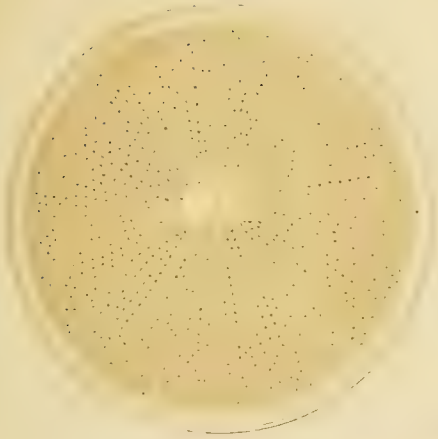


Fig 11

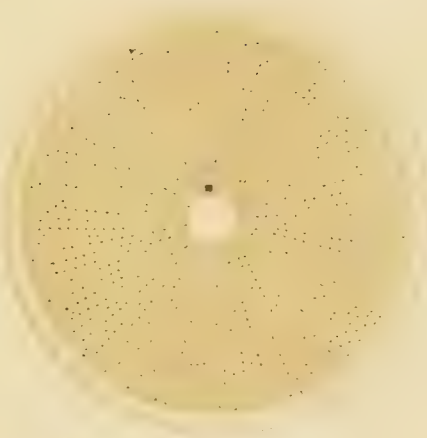


Fig 12

a b c d

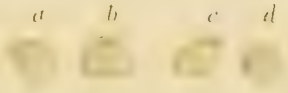


Fig 13.

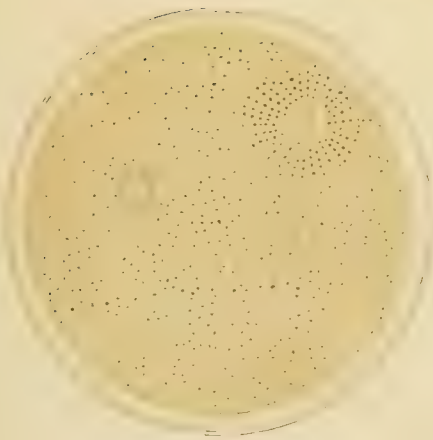
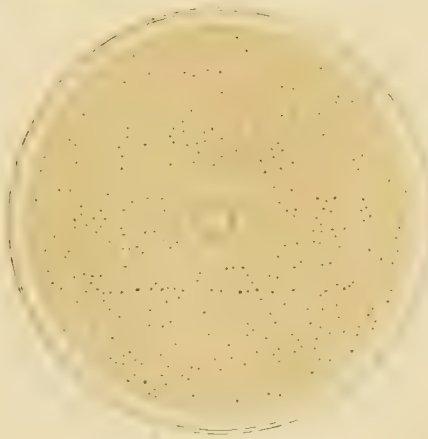


Fig 14.



Lith. Anst. v. J. Bach, Leipzig

Fig 1

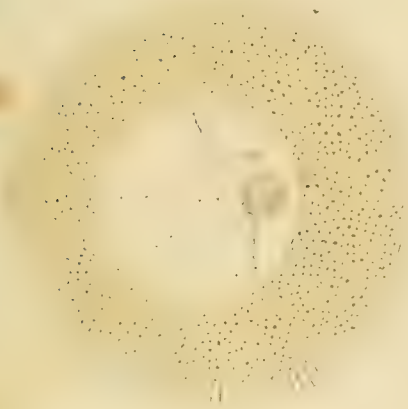


Fig 2

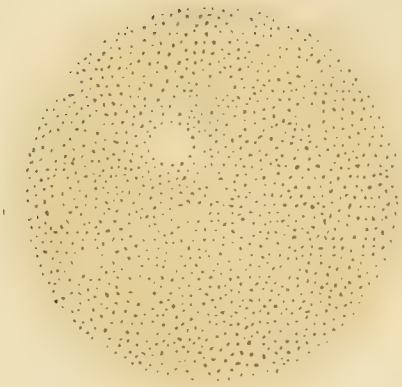


Fig 3

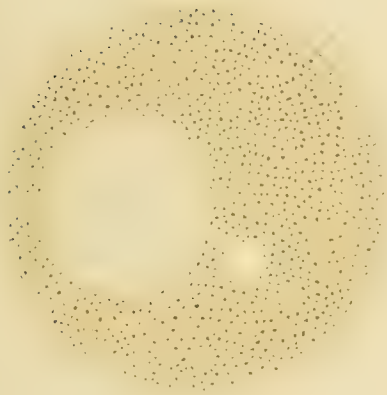


Fig 4

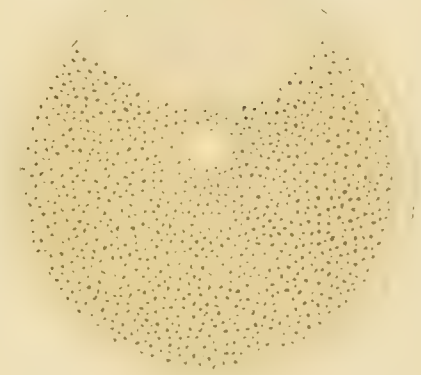


Fig 5

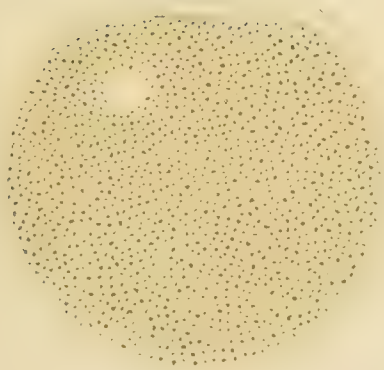
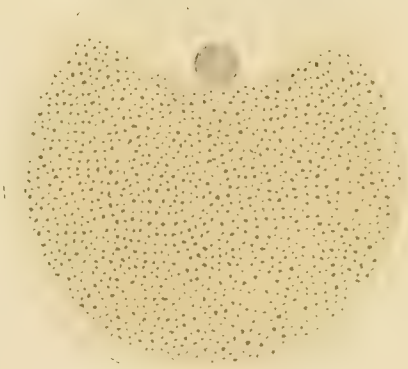


Fig 6



Lith v J G Bach, Leipzig.

Die sechste Zehe der Anuren.

Von

Dr. G. Born.

Aus dem anatomischen Institut zu Breslau.

(Mit Tafel XIV.)

Meckel [1]) und Cuvier [2]) beschreiben an der Innenfläche des Tarsus der Anuren ein oder zwei Knorpel, welche über den Rand des Fusses vorspringen und deuten dieselben als Rest einer sechsten Zehe. Ecker schildert und zeichnet die betreffenden Bildungen in seiner Anatomie des Frosches ähnlich, wie Meckel und neigt gleichfalls zu der erwähnten Auffassung. Dugès [3]) und Gegenbaur [4]) verwerfen diesen Erklärungsversuch; der erste Autor will die beiden Knorpel als die verdrängten cuneiformia I und II auffassen, eine eigenthümliche Anschauung, die schon von Gegenbaur genügend zurückgewiesen worden ist; Gegenbaur selbst folgert, da er die »typischen Stücke« des Fussskelets am Tarsus der Anuren alle nachweisen kann

[1]) System der vergl. Anat. II. Theil. 1. Abtheil. pag. 489 u. f. Halle 1824.

[2]) Recherches s. l. ossemens foss. IV. Edit. Tome X. p. 309.

[3]) Rech. sur l'ostéol. et la myol. des batr. à. l. diff. âges. Mém. prés. p. div. sav. à l'acad. royale des sc. de l'institut de France. Paris 1835. Sc. math. et phys. pag. 77.

[4]) Untersuch. zur vergl. Anatomie. Carpus u. tarsus pag. 66 u. vorhergeh. — Ueber das Gliedmassenskelet der Enaliosaurier pag. 341 Anm. und Ueber das Skelet der Gliedmassen der Wirbelth. im Allgem. u. s. w. pag. 445; Beides in Jenaische Zeitschrift V. 1870.

und entsprechende Theile den in Bezug auf den Bau des Tarsus niedriger stehenden Amphibien fehlen, dass die fraglichen Knorpel (Knochen bei Pelobates) eben nicht als typische zu betrachten, sondern als »erworbene Eigenthümlichkeiten des Fussskelets der ungeschwänzten Amphibien« anzusehen seien. Da GEGENBAUR mit unbedeutenden Ausnahmen ein weit reicheres thatsächlicheres Material darstellt, als seine Vorgänger und hier, wie überall in seinen grundlegenden Arbeiten über das Extremitätenskelet, den Gegenstand methodisch und erschöpfend behandelt, so konnte ich nur durch Erkenntniss einer Reihe bisher nicht gekannter Thatsachen dazu gelangen, die alte CUVIER-MECKEL'sche Hypothese wieder aufzunehmen, wie ich dies durch die Ueberschrift dieses Aufsatzes gethan habe. Diesen Fortschritt in der Erkenntniss verdanke ich der Anwendung einer Untersuchungsmethode, die die genannten Autoren nur selten oder gar nicht zu Hülfe gezogen haben. Vieles, was man an so kleinen und difficilen Objecten mittelst Scalpell und Loupe nur unvollkommen und mühsam erkennen kann, lässt die combinirende Durchmusterung einer vollständigen, in zweckmässiger Richtung durch das Object gelegten Reihe mikroskopischer Schnitte mit Leichtigkeit und Sicherheit feststellen. A. ROSENBERG [1]) hat schon dieselbe Methode bei einem Gegenstande, der demselben Gebiete angehört, mit grossem Erfolge angewendet. Ich verfahre zur Herstellung der Schnittserien folgendermassen: Der Fuss, entweder in den beiden langen Tarsalknochen der ersten Reihe oder am Unterschenkel abgetrennt, wird in einem starken Chromsäure- und Salzsäuregemisch entkalkt; nach Entfernung der eingesogenen Säure durch längeres Einlegen in Wasser wird die Extremität zwischen zwei ziemlich dicke Platten gut gehärteter Leber eingebunden und mit derselben auf 24 — 48 Stunden in absoluten Alkohol geworfen. Diese Manipulation hat den Zweck, die fast immer vorhandenen Beugungen und Streckungen der Gelenke zu beseitigen und so Tarsus und Metatarsus u. s. w. in eine Ebene zu bringen, wodurch die Herstellung von Flächenschnitten, die beide Gebilde ziemlich vollständig in sich fassen, ermöglicht wird. Ausserdem kann man durch geschickte Lagerung beim Einbinden den Vorsprung, der an der innern Seite des Fusses die fraglichen Skeletstücke enthält, etwas mehr in die Ebene der angrenzenden Metatarsalien zu rücken versuchen. Man hat nicht zu fürchten, dass der Druck zwischen den beiden Leberplatten an den

[1]) Zeitschrift f. wissensch. Zoolog. XXXIII. 1873. pag. 116.

Geweben des Fusses eines erwachsenen Frosches wesentliche Structurveränderungen hervorbringt; die Stellung aber, die dadurch dem Tarsus zum Metatarsus gegeben wird, liegt allen bisherigen Beschreibungen des Fussskelets der Anuren zu Grunde. Nach der Behandlung mit absolutem Alkohol wird die abgetrocknete Extremität in FLEMMING'sche Transparentseife[1]) eingeschmolzen. Ich weiss sehr wohl, dass diese Einbettungsmethode durchaus nicht allen an eine solche zu stellenden Anforderungen genügt; schon dass man mit trockenem Messer schneiden muss, ist ein Uebelstand, sie besitzt aber einen Vorzug vor allen übrigen mir bekannten, der sie für mein Object ganz besonders geeignet erscheinen lässt: »In der klaren Seifenpaste übersieht man,« wie der Erfinder sagt, »das Object vollständig und kann nach Belieben die Schnittrichtung wechseln lassen.« Von einem guten Seifenpräparate ist es nicht gerade schwer auch mit freier Hand eine vollständige Reihe Schnitte von der hier erforderlichen Grösse abzunehmen, zumal dieselben durchaus nicht besonders dünn zu sein brauchen. Carminfärbung ist nur bei sehr kleinen und zarten Objecten von Vortheil. Uebrigens habe ich nicht verfehlt mir wenigstens an einzelnen grösseren Exemplaren die Resultate der Schnittserien durch Präparation zu bestätigen.

Bei folgenden Anuren habe ich in der angegebenen Weise den Tarsus untersucht: Rana esculenta L. — Rana temporaria L. - Hyla arborea L. — Bufo variabilis Laur. — Bufo calamita Laur. — Phryne vulgaris Oken - Pelobates fuscus, Laur. — Bombinator igneus Ros. Von jeder Art sind die beiderseitigen Tarsi einer ganzen Reihe von Exemplaren womöglich verschiedener Grösse zerlegt worden. Im Folgenden werde ich immer nur den distalen Tarsusabschnitt und die Lage der Basen der Metatarsalien zu demselben beschreiben; zu den bekannten Darstellungen der übrigen Theile habe ich nichts Neues hinzuzufügen und übergehe dieselben deswegen ganz. Auch die von GEGENBAUR als Sesambeine aufgefassten Gebilde vor der Verbindung des IV. Metatarsale mit dem Fibulare habe ich nicht berücksichtigt, da mir zur definitiven Entscheidung über ihre Bedeutung ein Zurückgehen auf die Ontogenese nöthig erschien, das mir vorläufig nicht möglich war. In der Benennung folge ich selbstverständlich der rationellen Methode GEGENBAUR's.

Am Fusse von Rana esculenta finde ich die Knorpel der zwei-

[1]) Siehe darüber: Eine Einbettungsmethode von W. FLEMMING. SCHULZE's Archiv 1873. IX. pag. 123.

ten Reihe des Tarsus constant folgendermassen zu einander, zu dem gemeinschaftlichen Knorpelüberzug des Fibulare und Tibiale und zu den Basen der Metatarsalien angeordnet; — die von GEGENBAUR als accessorische aufgefassten Gebilde der »sechsten Zehe« weisen Variationen auf, die eine gesonderte Behandlung erfordern.

M_{II} und M_{III} [1]) ruhen mit ihren abgestumpften proximalen Enden auf einem platten und langen Knorpel (Fig. $I_{2,3}$), der in den meisten Schnitten im Bereiche von M_{II} gleichmässig hoch erscheint, von dessen fibularer Spitze aus unter M_{III} hin sich allmälig zuspitzt und der Basis von M_{IV} nur dorsalwärts auf eine kurze Strecke mit abgestutzter Fläche anliegt, im übrigen aber aus seinem fibularen Ende eine Bandmasse entstehen lässt, die den Raum zwischen dem gemeinsamen Gelenkknorpel von F und T und der Basis von M_{IV}, an letztere angewachsen, ausfüllt. Soviel ich aus meinen Präparaten ersehen kann, erstreckt sich das Band nicht über die tibiale Ecke der Basis von M_V hinaus. Tibialwärts endet der Knorpel entsprechend dem Zwischenraume zwischen den Basen von M_{II} und M_I. Zwischen dieser Endfläche und dem benachbarten Theile der Basis von M_I schiebt sich in den mehr volarwärts fallenden Schnitten die Schneide eines annähernd keilförmigen Knorpels ein (Fig. I_1), der die Basis von M_{II}, mit der er durch Bandmasse verbunden ist, nicht mehr erreicht. Die eine Seite des Keils liegt im Gelenk M_I an, die zweite ist theils gelenkig, theils durch lockeres Bindegewebe der zugewandten Seite von $T_{2,3}$ verbunden, die wincklige Basis berührt den nächsten Tarsalknorpel und den gemeinsamen Gelenkknorpel von F und T. Die Figur dieses Knorpels ist nicht auf allen Schnitten ganz gleich [2]); dorsalwärts verschmächtigt er sich in allen Dimensionen und wird von seinen Nachbarn überlagert. Der übrige grössere Theil der Basis von M_I stösst noch in demselben Gelenk, wie mit T_I, mit zwei Knorpeln zusammen. Der erste von diesen beiden (Fig. Ia) ist in entgegengesetzter Richtung wie der vorige keilförmig gestaltet, übrigens viel länger als derselbe. Die Basis des Keils ist T,

---

[1]) Statt der umständlichen Schreibweise erstes, zweites u. s. f. Metatarsale vom Tibialrande aus gezählt setze ich nach GEGENBAUR's Vorgange M_I, M_{II} u. s. f., ebenso für die entsprechenden Tarsalia T_I, T_{II} u. s. w. und für Fibulare und Tibiale F und T.

[2]) Bei GEGENBAUR, DUGÈS, ECKER, finde ich diesen Knorpel nicht, MECKEL l. c. scheint ihn seiner Darstellung nach gesehen zu haben, er spricht auch für rana von drei Tarsalknorpeln der zweiten Reihe, abgesehen von den beiden, die über den Rand des Tarsus hervortreten.

und in mässiger Ausdehnung M_1 zugewandt, die eine lange Seite ruht auf einem proximalwärts abfallenden Theile des Gelenkknorpels von T, die andere trägt den zweiten, gleich näher zu beschreibenden Knorpel in einem stets schön ausgebildeten Gelenke. Bis hierher stimmen alle untersuchten Tarsen von Rana esculenta — und es waren dies mehr als zwanzig Exemplare — durchaus überein; bei den folgenden Gebilden stiess ich auf Variationen, die sich weder an eine bestimmte Grösse, noch an das Geschlecht hielten. Ich schliesse zunächst die am reichsten gegliederte Form an. Bei dieser folgen noch drei durch Gelenke getrennte Knorpelstücke. Das erste von ihnen (Fig. I a_1), das noch an die Basis von M_1 grenzt, tritt stark volar- und tibialwärts aus der Ebene des Tarsus heraus, seine Gestalt erinnert, wie ein Blick auf die Figur lehrt, merklich an die eines kurzen Röhrenknochens und in der That liegt dasselbe auch eigentlich neben den Metatarsalien, wenn man berücksichtigt, dass die Grenze zwischen den Tarsalien der ersten und zweiten Reihe keine quere gerade Linie, sondern an der tibialen Seite proximalwärts zurückweicht und mit ihr auch der Knorpel, der a_1 trägt. An seine tibiale Fläche setzen sich starke Muskelmassen an. Auf seinem distalen Ende, einem weit tibialwärts herumgreifenden Gelenkkopfe, sitzt die entsprechend geformte Basis des zweiten Knorpels (Fig. I a_2). Dieser zeigt die Gestalt einer stark abgeplatteten Phalange; auf den Schnitten, die senkrecht auf seine Fläche fallen, daher geradezu die einer ziemlich langen Phalange, — die Figur gibt dies viel schlechter wieder, als es viele Präparate erkennen lassen. Der dritte Knorpel (Fig. I a_3) endlich, dem Kopfe des vorigen mit verbreiterter Basis im Gelenk aufsitzend ist oft etwas gekrümmt, viel kürzer und endet verschmälert und abgerundet unter einem dicken Bandüberzuge.

Die zweite ebenso häufige Variation ist die, dass statt der letzten drei Knorpel ein einziger, an der der Grenze von a_1 und a_2 entsprechenden Stelle geknickter Knorpel gefunden wird; die punctirte Linie in Fig. I umgrenzt seine Gestalt. Seltner ist schon, dass statt a_2 und a_3 ein einheitlicher, langer Knorpel auftritt, der im Gelenk dann a_1 aufsitzt; diesen Fall bilden allgemein die Autoren ab. Nur einmal traf ich an Stelle von a_1 und a_2 einen einzigen entsprechend geformten Knorpel und auf diesem, vollständig abgetrennt, ein wohl ausgebildetes a_3. Offenbar sind die drei eben aufgeführten, einfacheren Formen aus der am reichsten gegliederten durch theilweise oder vollkommene Verschmelzung der dort getrennten drei Stücke während

der Ontogenese entstanden zu denken. In der That habe ich mehrere Male beobachtet, dass die Trennung zwischen zweien dieser Knorpel keine ganz durchgehende war und schon theilweise knorplige Verbindung eingetreten. Für die Annahme einer späteren Trennung eines einheitlich angelegten Stückes lässt sich nicht der geringste Grund beibringen. Diejenige Form, die die zahlreichsten Knorpel enthält, ist also für die ursprünglichere zu halten, die übrigen sind erst secundär aus dieser abzuleiten, Deutungsversuche haben sich demnach auch allein an die erste zu halten.

Den ersten angeführten Knorpel der zweiten Reihe nenne ich, wie GEGENBAUR $T_{2,3}$, er trägt die Metatarsalien gleicher Nummer. Dagegen muss ich den folgenden, bei GEGENBAUR nicht erwähnten Knorpel als T_1 ansprechen, während der von GEGENBAUR so genannte in meiner Abbildung unter *a* aufgeführt ist. Jener Knorpel berührt nur die Basis von M_1 und muss daher als Träger desselben aufgefasst werden. Die Berührung von M_1 mit den beiden tibialwärts gelegenen Knorpeln wird leicht als ein Product der sehr gewöhnlichen Verschiebungen von Metatarsalien über die Grenzen ihrer eigentlichen Träger hinaus erkannt. Sobald aber so ein anderes T_1 gefunden ist, erscheint *a* nur noch in wesentlicher Beziehung, worauf auch seine ganze Lagerung hinweist, zu den drei mehr oder weniger phalangenähnlichen, in proximal-distaler Richtung aneinandergereihten Knorpelstücken, die das »Messer« der älteren Autoren ausmachen und zwar als Träger derselben. Zwei Knorpel, hors de rang, wie sie GEGENBAUR kannte, durften noch als accessorische Bildungen gedeutet werden, nicht aber eine gegliederte Reihe von vier, die in ihrer Gestalt und Lagerung unverkennbar ein Tarsale, Metatarsale und zwei rudimentäre Phalangen nachahmen. Ich werde die Bildung daher kurzweg als »sechste Zehe« aufführen, wobei ich aber mit der Zahlenbenennung nur ausdrücken will, dass diese Reste eines »Strahls« als Reste eines sechsten zu den übrigen fünf (die Stammreihe mit eingerechnet) an dem Fusse der Anuren bisher angenommenen hinzukommen.

An einem sehr jungen Exemplare von Rana temporaria, das schon um die Mitte des April h. gefangen war, zeigte die Untersuchung, abgesehen von den Grössendifferenzen und unwesentlichen Formabweichungen, dieselbe Zahl und Anordnung der Tarsal- und Metatarsalknorpel, wie bei der am reichsten ausgestatteten Form des Tarsus von Rana esculenta. T_1 ist verhältnissmässig gross; Tarsale,

Metatarsale und die beiden Phalangen der sechsten Zehe erscheinen durch gut ausgebildete Gelenke getrennt. Bemerkenswerth ist noch, dass sich a_3, welches im Ganzen schon verhältnissmässig grösser als bei Rana escul. erscheint, distalwärts in eine dünne Knorpelspitze auszieht, in der die Knorpelzellen anders, wie im übrigen Theile gestellt sind: man könnte daran denken, diese später wohl durch Umwandlung in Bandmasse schwindende Bildung als Rest einer dritten Phalange aufzufassen. — Ein anderes etwas grösseres Thier bot schon merkliche Abweichungen in der Bildung des Tarsus, die sich aber noch mit Leichtigkeit auf das eben geschilderte Stadium zurückführen liessen: Die im Bilde von Rana esc. mit a_1 a_2 a_3 bezeichneten Knorpel sind zu einem Stücke verschmolzen, Spuren der anfänglichen Trennung sieht man aber noch sehr deutlich daran, dass an der Stelle, die der ursprünglichen Grenze von a_1 und a_2 entspricht, eine Schicht Grundsubstanz durch den Knorpel zieht, die keine Knorpelzellen enthält, zu der die benachbarten Zellen aber ähnlich gestellt sind, wie zu freien Knorpelflächen; eine ähnliche, nur nicht durch alle Schnitte durchgehende, homogene Schicht findet sich auch an der imaginären Grenze von a_2 und a_3. T_1 ist noch vollständig vorhanden. Bei allen übrigen untersuchten Exemplaren von Rana tempor. fand ich statt der drei Knorpel a_1 a_2 a_3 immer nur einen einheitlichen, der nur noch durch die eigenthümliche Knickung an die Entstehung aus drei getrennten Stücken erinnerte. Auch zeigte sich T_1 bis auf geringe, mitunter in einem Bande, das unter der Spitze von M_1 gelegen, nachweisbare Reste von Knorpelzellen geschwunden, so dass ich annehmen muss, dass während bei Rana esculenta die Trennung der Glieder des sechsten Strahls sich in der Hälfte der Fälle, ein deutliches T_1 aber in allen untersuchten Fällen erhält, bei der andern einheimischen Art die Verschmelzung der in jungen Stadien getrennten a_1 a_2 a_3 sehr früh und sehr constant eintritt, T_1 aber immer im Laufe der Ontogenese bis auf unerhebliche Spuren schwindet. Eine Ausnahme hiervon machten die Tarsi zweier ganz abweichend gefärbter, ausgewachsener Exemplare, die aber nach Stellung der Vomerzähne, dem dunklen Schläfenfleck u. s. w. zu Rana temporaria gehörten. Die Thiere waren auf hellgelblichem und hellgrünlichem Grunde mit Ausnahme der Unterfläche ganz dicht und klein dunkelbraun gefleckt; sie besassen durchaus denselben Bau des Fussskelets, wie Rana esculenta in ihrer reichsten Form.

Von den Kröten habe ich Bufo variabilis, die ich allein in Breslaus Umgegend auffinden konnte, nie die anderswo gemeinere Cala-

mita, am häufigsten untersucht und den distalen Abschnitt ihres Tarsus in Figur II abgebildet. M_{III} ruht wieder auf einem platten Knorpel Figur $II_{3,2}$, der bis an die Seitenfläche des stark proximalwärts in den Tarsus eintretenden M_{IV} reicht, auf der andern Seite aber nicht der ganzen Basis von M_{II} anliegt, so dass diese mit der Hälfte oder einem Drittel darüber hinausragend noch in Gelenkverbindung mit dem nächsten, von mir T_I genannten Knorpel tritt. Die Berechtigung zu dieser von der GEGENBAUR'schen abweichenden Benennung schöpfe ich, abgesehen von der Nothwendigkeit den von GEGENBAUR T_I genannten Knorpel wegen seiner in die Augen fallenden gleichen Lagerung und Beziehung mit *a* von Rana esculenta zu homologisiren, daraus, dass dieser Knorpel mit M_I in sehr enge gewebliche Verbindung tritt; er ist von ihm grösstentheils nur durch eine schmale Schicht eines stellenweise kaum mehr fasrigen Gewebes geschieden, eine Annäherung, wie sie wohl schwer zwischen zwei einander ursprünglich fremden Bildungen anzunehmen ist. Ausserdem liegt die Basis von M_I noch, wie die Figur zeigt, dem schon erwähnten, wieder annähernd dreieckigen Knorpel *a* an. Auf diesem ruht dann, auch noch in Beziehung zu M_I ein ganz wie bei Rana gestaltetes a_1 im Gelenk auf. Dann folgen distalwärts 2 ganz ähnlich, wie die von Rana, geformte Knorpel a_2 und a_3 (Figur II); sie sind immer durch Gelenke von einander und von dem vorhergehenden getrennt und zeigten niemals Neigung zum Verschmelzen. Mit Ausnahme von zwei Thieren sah ich auf dem ziemlich schlanken und phalangenähnlichen a_3 in meinen Schnitten immer noch ein kleines abgerundet dreieckiges Knorpelchen, mehr oder weniger deutlich von diesem getrennt, aufsitzen. Da ich aber die Möglichkeit nicht absolut von der Hand weisen kann, dass in diesen Fällen nur die gekrümmte Spitze von a_3 durch eine entsprechende Schnittführung von dem Reste abgetrennt sei und so einen selbstständigen Knorpel vortäusche, so will ich auf diesen, immerhin sehr häufigen Befund nicht zu grosses Gewicht legen und nur meiner subjectiven Ueberzeugung Ausdruck geben, die dahin lautet, dass hier kein Kunstproduct vorliegt. Freilich besässe dann ein Randstrahl mehr Glieder als sein nach der Mittellinie der Extremität gelegener Nachbar, ein Verhalten, das meines Wissens nach nie beobachtet ist. Es muss aber dabei noch hervorgehoben werden, dass diese ganze Bildung, die ich hier unter der Benennung der sechsten Zehe aufführe, meiner Ansicht nach aus einer Zeit erhalten ist, in der die Gliederzahl und Gliederanordnung noch keine so fest bestimmte war, wie wir

sie an den Extremitäten unserer höheren Wirbelthiere von den Amphibien aufwärts kennen und dass dieses rudimentäre Gebilde, die sog. sechste Zehe der Anuren, wahrscheinlich gar nicht an den Processen theilgenommen hat, die eben zu der Fixation und Differenzirung der gewöhnlichen Zehenzahl und Gestalt führten.

Den Knorpel, welcher die Basis von M_{III} ganz und die von M_{II} zur Hälfte trägt, habe ich $T_{2,3}$ genannt, muss aber dabei erwähnen, dass in dem dreieckigen, auf den meisten Schnitten mit Bandmasse ausgefüllten Raume, den die einander zugewandten Seiten des genannten Knorpels, des T_1 und M_{II} umgrenzen, mitunter kleine undeutliche Reste von Knorpelzellen gefunden wurden. Dieser Befund erscheint dadurch nicht ganz unwesentlich, dass bei der nahverwandten Phryne genau an derselben Stelle ein bei manchen Exemplaren ganz unverkennbarer Knorpelrest auftritt, der nothwendigerweise als rudimentäres T_2 aufgefasst werden muss. Inwieweit etwas ähnliches für Bufo variabilis anzunehmen ist, wodurch dann der breite Knorpel allein T_{III} entspräche, wage ich ohne entwickelungsgeschichtliches Material nicht zu entscheiden. Im Uebrigen ergibt sich meine von der GEGENBAUR'schen abweichende Deutung und ihre Begründung aus dem oben gelieferten Text und der Benennung der Theile in der Figur.

Bei Bufo calamita trifft man genau in derselben Stellung und Beziehung, die bei Bufo variabilis die Knorpel T_1 und a zusammen besitzen, ein einziges Knorpelstück, das aber nur äusserlich einheitlich erscheint, im Innern dagegen unverkennbare Spuren der Entstehung durch noch nicht vollendete Verwachsung zweier ursprünglich getrennter Stücke aufweist. Die im Gelenk dem Tibiale zugewandte Fläche ist ununterbrochen, ebenso lassen die ersten Schnitte von der vola und vom dorsum her meist nichts, was auf Trennung deutet, erkennen: in der Mehrzahl der Schnitte aber, in allen mittleren, dringt von der Zehenseite her ein deutlicher Bindegewebszug tief in den Knorpel ein und trennt ihn so in zwei nur durch eine schmale Brücke von Knorpelsubstanz an der Gelenkfläche mit dem T verbundene Stücke, von denen das eine in Bezug auf Grösse und Lagerungsweise genau dem T_1, das andere dem a von Bufo variabilis entspricht. Ich stehe nicht an diese beiden Theilstücke bei Bufo calamita den genannten Knorpeln bei Variabilis zu homologisiren. Das T_1 entsprechende wird auf manchen Schnitten noch durch einen zweiten, viel undeutlicheren und weniger tiefen Bindegewebszug von derselben

Richtung unvollständig in zwei Theile getheilt, von denen der eine M_I, der andere mehr M_{II} anliegt, doch ist diese Sonderung nicht so deutlich und so constant, wie der erst beschriebene. Die Gebilde der sechsten Zehe verhalten sich abgesehen davon, dass ich nie etwas von einer dritten Phalange sah und dass die zweite schon sehr klein ist, wie bei Bufo variabilis. Der erste Tarsalknorpel der zweiten Reihe von der fibularen Seite trägt ganz, wie bei der andern Art, M_{III} und die Hälfte von M_{II} und wird ebenso wie dort von mir aufgefasst. Von seinem fibularen Ende aus zieht sich ein Polster aus Bandmasse bestehend unter M_{IV}, an dieses angewachsen, hin, doch sehe ich dasselbe, ebensowenig wie bei den übrigen Anuren, sich unter M_V hin verlängern. Die Basis des letztgenannten Metatarsale ruht auf den meisten Schnitten ohne irgend eine zwischengeschobene Lage in einem klaffenden Gelenke auf dem Knorpel des Fibulare auf.

Für Phryne vulgaris kann, was die Grössen- und Lagerungsverhältnisse betrifft, die Darstellung der Knorpel $T_{2,3}$ und T_1 auf Figur II ohne weiteres mit angenommen werden, nur dass T_1 von M_I immer durch ein deutliches Gelenk getrennt ist. Die Benennung des fibularwärts gelegenen Knorpels muss freilich, wie aus dem Folgenden erhellen wird, eine andere sein, als die für denselben auf der Abbildung des Tarsusschnittes von Bufo variab. festgehaltene. In der dreieckigen Spalte zwischen den einander zugewandten Seiten des eben genannten Knorpels, T_1 und M_{II} liegt, bei verschiedenen Exemplaren verschieden gut erhalten, ein ebenfalls dreieckiger Knorpelrest, mit der Basis am M_{II} angelehnt, mit der Spitze sich zwischen die beiden andern Knorpel hinein erstreckend; von der Spitze geht ein Bandzug aus, der diese und die angrenzenden Ecken der Nachbarknorpel an das T ankittet. Auch da, wo dieser Knorpelrest sich am besten conservirt hat, sind seine Zellen verzogen und missgestaltet, aber doch immer characteristisch zu zweien gruppirt, die Grundsubstanz ist homogen und nur an den Rändern fasrig, und nimmt bei Picrin-Carminfärbung die Farbe des Knorpels, nicht die des Bindegewebes an. Ich glaube nicht fehl zu gehen, wenn ich diesen Knorpelrest als ein rudimentäres T_2 deute, wo dann für seinen fibularen Nachbar nur die Benennung T_3 übrig bleibt und seine Beziehungen zur Basis von M_{II} als secundär erworben aufgefasst werden müssen. Im Bandpolster unter der Basis von M_{IV} traf ich einmal einen deutlichen Rest von Knorpelgewebe, was die GEGENBAUR'sche Deutung dieses Bandes als Homologon eines T_4 durchaus bestätigt. Die sechste Zehe besteht

aus ganz wie bei den andern Kröten gelagerten und geformten Stücken, einem Tarsale, Metatarsale und einer langen etwas gekrümmten und sich distalwärts zuspitzenden Phalange, alle drei in der von den bisher beschriebenen Anuren her bekannten Weise von einander und von dem angrenzenden M_I, F_1 und T durch Gelenke abgesetzt. Ob die eine lange Phalange durch Verschmelzung aus zwei während der Ontogenese entsteht, konnte ich leider nicht feststellen, da zur Zeit jüngere Exemplare von Phryne vulgaris nicht zu finden waren.

Bei Pelobates fuscus finde ich von der Fibularseite angefangen ebenso, wie GEGENBAUR, zuerst einen breiten, platten Knorpel (Fig. III_3) der die ganze Basis von M_{III} und die grössere Hälfte der Basis von M_{II} trägt. An diesen schliessen sich aber, wie ich abweichend von des genannten Autors Darstellung sehe, nach der tibialen Seite hin zwei vollkommen von einander getrennte Knorpel an, welche zusammen die Gestalt eines spitzwinkligen, etwas nach der distalen Seite gebogenen Dreiecks haben (Fig. III_2 u. $_1$). Die Trennungslinie zwischen beiden theilt die langen Seiten des Dreiecks in zwei ziemlich gleichlange Stücke; die schief abgestutzte Basis liegt der tibialen Seite des vorigen Knorpels im Gelenk an, mit dem fibularen Ende der distalen, etwas concaven Seite stösst es auf den meisten Schnitten in grösserer Ausdehnung, als es die Figur andeutet, noch an M_{II} und ist diesem durch Bandmasse verbunden, der übrige Theil derselben Seite liegt meist gelenkig der Basis von M_I an. Doch ragt letztere noch tibialwärts darüber hinaus und liegt den Ecken der Knorpel und Knochen, die ich zur sechsten Zehe rechne, gegenüber. Die zweite lange Seite des Dreiecks ist grösstentheils dem gemeinsamen Knorpel des *F* und *T* bindegewebig verbunden, in ihrem letzten Drittel aber wird sie durch den sich dazwischen einschiebenden Knorpel *a* der Figur III davon abgedrängt. Dieser Knorpel, an Form und Lagerung dem gleichbenannten der übrigen Anuren ähnlich, trägt wie die Figur zeigt, ein verschoben dreieckiges, mitunter auch mehr viereckiges Stück (Fig. III a_1), das im Innern von Knochenbalken und Markräumen durchzogen ist und an allen Seiten ausser der auf den Schnitten tibialen, an die sich Muskeln ansetzen, einen dünnen aber vollständigen Knorpelüberzug besitzt. Dasselbe ragt tibialwärts noch über *a* hinaus und liegt mit einer Ecke dem Knorpel des *T* auf, seine Spitze ist dort durch starke Bänder angeheftet. Auf seiner distalen Fläche sitzt ein langer, stark comprimirter, dabei eigenthümlich verbogener

Knochen (Fig. III a_2), der mit einem starken Hornüberzug versehen mit der Convexität der Biegung einen scharfen Vorsprung aus der vola des Tarsus verursacht, — das »Messer« des Pelobates. An seinem oberen und unteren Ende trägt der Knochen einen Knorpelüberzug. Nur einmal gelang es mir an der schief abgestutzten distalen Knorpelfläche desselben ein zweites, kleines Knorpelchen angelagert nachzuweisen: ich opferte später eine ganze Anzahl Thiere vergebens, ich bekam dasselbe nicht wieder zu Gesicht, ohne dabei entscheiden zu können, ob dieses Misslingen der grossen technischen Schwierigkeit aus der dünnen Falte, die von der Spitze des »Messers« zur tibialen Seite von M_I geht und das fragliche Stück enthält, das Gewebe ohne verdeckende, pigmentirte Cutistheile zu erhalten, zuzuschreiben sei, oder ob einer der bei diesen Gebilden so häufigen Fälle von Variation oder ob gar irgend welches Kunstproduct vorliegt.

Der von mir T_3 genannte Knorpel stimmt mit dem gleichnamigen in GEGENBAUR's Darstellung überein, dagegen enthält der von GEGENBAUR T_2 genannte, nach der betreffenden Abbildung zu urtheilen, wahrscheinlich die beiden Knorpel T_2 und T_1 meiner Figur, wenigstens besitzt er dieselbe dreieckige Gestalt, wie diese beiden zusammen. Ich finde dieselben ganz constant vollkommen getrennt und muss demnach den nach der tibialen Seite hin gelegenen kleineren, der nur an M_I stösst, als Träger dieses Metatarsale betrachten und T_1 nennen, den grösseren, der auch M_{II} berührt, dagegen T_2. Dadurch tritt wieder der nächste grosse Knorpel, GEGENBAUR's T_1, ausser Beziehung zu irgend einem der fünf bekannten Metatarsalien; seine Form und Lagerung weisen durchaus auf die Homologie mit dem Träger der »sechsten Zehe« bei den übrigen Anuren hin, ich nenne ihn deshalb, wie dort, a. Auf ihm sitzt dann ein im Innern knöchernes Stück, dessen Identität mit dem a_1 der übrigen Anuren trotz seiner etwas abweichenden Form und seiner ungewöhnlichen Annäherung an das T bei einem Blick auf die Figuren wohl nicht angezweifelt werden wird. Endlich folgt noch eine lange knöcherne, gekrümmte Phalange, oben und unten mit einem Knorpelüberzug versehen. Der Nachweis des Restes einer zweiten konnte nur in einem Falle geliefert werden. Die Gebilde »der sechsten Zehe« sind bei Pelobates demnach zwar nicht am reichsten gegliedert, wohl aber am massigsten entwickelt und ausserdem verknöchert. Das hängt wohl damit zusammen, dass dieselben bei Pelobates eine sehr wesentliche Function besitzen, die sie bei den Kröten und Fröschen wohl auch in geringem Maasse

ausüben, aber lange nicht so evident, wie bei dem Knoblauchfrosch. Dugès l. c. p. 78 schildert dieselbe sehr anschaulich. Beunruhigt man ein Thier, das in einem Glase gehalten wird, so fährt es auf den Grund und sucht sich mittelst lebhafter Bewegungen seiner hintern Extremitäten rasch in den Schlamm einzuwühlen; hält man ein lebendes Thier in der geschlossenen Hand, so fühlt man bei derartigen Anstrengungen des Thieres deutlich das Reiben »des Messers«. Mir scheint am wahrscheinlichsten, dass die Vergrösserung und Verknöcherung der rudimentären Knorpel, die ursprünglich Reste eines der übrigen Amphibien u. s. f. verlorenen »Strahles« vorstellen, erst bei dem »Functionswechsel«, der sie zu einem Scharrinstrument umbildete, ad hoc aufgetreten und nicht etwa als eine den homologen Gebilden der übrigen Anuren verloren gegangene Eigenschaft zu betrachten sei.

Bei Bombinator igneus trägt ein grösserer Knorpel M_{III}, stösst mit einer Seitenfläche an die in den Tarsus einspringende Basis von M_{IV} und mit einer Ecke an M_{II}. Das letztere ruht beinahe ganz allein auf einem ansehnlichen, abgerundet rhombischen Knorpel, T_2. M_I grenzt hier mit dem grössten Theil seiner Basis an den Knorpel, der seiner sonstigen Beziehungen und seiner Gestalt nach a der übrigen Anuren homolog ist, nur der fibularwärts gerichteten Spitze der Basis von M_I liegt ein kleines, aber deutlich abgegrenztes, beinahe halbmondförmiges Knorpelchen an, das in der Ecke zwischen dem Träger von M_{II}, M_{II} selbst und a gelegen und nur auf dorsalen Schnitten zu sehen ist. Dieses Knorpelchen scheint, wie das ihm homologe bei Pelobates, das dort nur umfänglicher erhalten ist, von den Autoren bisher übersehen zu sein. Wenn die beiden ersten Knorpel, wie bei Gegenbaur, als T_3 und T_2 gelten müssen, so kann dieser kleine Knorpel nur T_1 sein und der grössere, welcher in ansehnlicher Ausdehnung auch noch der Basis von M_I anliegt, erscheint nur noch in wesentlicher Beziehung zu den distalwärts an ihn angereihten Gebilden. Diese sind: ein länglich viereckiges Knorpelstück, das auch noch eine Strecke an M_I angrenzt, an Form und Lagerung a_1 der Frösche gleich und auch als solche von mir aufgefasst; dann eine Phalange der »sechsten Zehe«, die hier als ein verhältnissmässig langer, sich zuspitzender Knorpel auftritt, der an seiner Spitze meist noch ein anderes rudimentäres Knorpelchen erkennen lässt.

Hyla arborea schliesst sich in Bezug auf Zahl, Form und Lagerung der hier in Frage kommenden Tarsal- und Metatarsaltheile, wie in Bezug auf die Gebilde der sechsten Zehe so durchaus an die

am reichsten ausgestattete Form von Rana esculenta an, dass ich glaube, einfach auf die vom Fussskelet dieses Thieres gegebene Abbildung und Beschreibung verweisen zu dürfen.

Ich glaube im Vorhergehenden gezeigt zu haben, dass zu M_1 ein anderes Carpale als Träger gehört, als die Autoren bisher annahmen; bei einer Anzahl von Arten war es denselben entweder ganz entgangen, wie bei Pelobates, Bombinator, Hyla, Rana — bei letzterem vielleicht MECKEL nicht — bei anderen Bufo, Phryne anders gedeutet worden; die Gründe für meine Deutung habe ich oben im Detail dargelegt; die sonstigen Abweichungen meiner Darstellung von der meiner Vorgänger sind für die Lösung meiner Hauptaufgabe unwesentlich und ich recapitulire sie deshalb hier nicht. Der von den Autoren als T_1 bezeichnete Knorpel erscheint meiner Darstellung nach nur noch im Zusammenhang mit einer Anzahl distalwärts an denselben angereihter Stücke, mit denen er ein gegliedertes Ganze darstellt, das bei Bufo variabilis wahrscheinlich aus 5, gewiss aber aus 4, bei Rana esculenta in der Hälfte der untersuchten Exemplare aus 4, bei Rana temporaria im Jugendzustande aus 4, bei Bufo calamita, Hyla arborea, Bombinator igneus ebenfalls aus 4, bei Pelobates fuscus vielleicht aus 4, sicher, wie bei Phryne, vulgaris aus 3 meist deutlich in Gelenken von einander abgesetzten Theilen besteht. Von diesen liegt der erste in einer Reihe mit den Tarsalknorpeln, welche Metatarsusträger sind, ahmt dieselben in Form und Structur nach und ist von den Autoren auch, wie erwähnt, immer als »typischer« Tarsalknorpel aufgefasst worden. Der zweite bei Pelobates knöchern, bei den übrigen knorplig, liegt, wenn man von der unwesentlichen Abweichung volarwärts absieht, in einer Reihe mit den Metatarsalien, stösst auch mit der Basis seines Nachbars im Gelenk zusammen, wie die Basen der übrigen Metatarsalien untereinander und ist wie ein kurzes Metatarsale geformt (bei Pelobates mehr unregelmässig). Auf diesen folgen in den meisten Fällen noch 2, bei Phryne 1, in manchen Fällen seitlich abgeplattete oder am distalen Ende zugespitzte, aber namentlich bei jungen Thieren immer mehr oder weniger phalangenähnliche Stücke, — ein drittes bei Bufo variabilis konnte ich nicht absolut sicher stellen. — Die beiden erwähnten phalangenähnlichen Stücke sind unter sich und von den vorhergehenden durch Gelenke getrennt. Nur bei Pelobates ist das eine sehr umfängliche knöchern, ein zweites war nur in einem Falle nachweisbar. Als secundäre Variation ist aufzufassen: Verschmelzung der distalen drei Stücken bei vielen Ranae esculentae und fast allen älteren temporariae zu einem, ebenso

Verschmelzung zweier Stücke zu einem, wie sie seltner bei Rana esculenta gefunden wurde.

Die verhältnissmässige Häufigkeit der Variationen characterisirt diese Bildungen mit als rudimentäre. Die Auffassung einer solchen Reihe characteristisch gestalteter und gelagerter Stücke als Reste eines »sechsten Strahls«, um der GEGENBAUR'schen Auffassung des Fussskelets zu folgen, erscheint unabweisbar und ich habe nur noch einige naheliegende Einwände zu entkräften, die nicht aus der Betrachtung der Theile selbst, sondern aus anderen Ueberlegungen entspringen. GEGENBAUR erhebt schon im »Carpus und Tarsus« gegen die Aufstellung, dass die ihm dort allein bekannten 2 Stücke hors de rang am innern Fussrande von Pelobates und Rana und s. f. Rudimente einer sechsten Zehe seien, das Bedenken, dass ja die sonst in Bezug auf Bau und Anordnung der Tarsaltheile viel niedriger organisirten Urodelen und Perennibranchiaten keine Spur einer derartigen Bildung erkennen lassen. Er schliesst demgemäss, dass die betreffenden Theile nur »erworbene Eigenthümlichkeiten« des Tarsus der Anuren seien. Es lässt sich aber leicht zeigen, dass in Bezug auf die Radienzahl die genannten Amphibien-Familien durchaus nicht immer als massgebend betrachtet werden dürfen: keine bekannte Urodele und Perennibranchiate besitzt an der vorderen Extremität mehr als 4 Finger, nirgends ist am Erwachsenen auch nur eine Spur eines fünften nachweisbar: alle Anuren dagegen besitzen, wie ich finde, vom fünften Finger ein Carpale und ein Metacarpale; es muss also auch hier angenommen werden, dass die beiden sonst tiefer gestellten Amphibienclassen in Bezug auf die Zahl der Radien an der vorderen Extremität grössere Reductionen erlitten haben, als die Anuren. Ebenso ist es aber auch durchaus nicht von vornherein von der Hand zu weisen, dass die Anuren am Fusse Reste eines Strahles conservirt haben können, der den Urodelen spurlos verloren gegangen ist. Sind solche Reste einer »sechsten Zehe« aber allgemein verbreitet, in grösserer Zahl und characteristischer Bildung und Anordnung aufzufinden, wie ich dies glaube gezeigt zu haben, so wird diese Möglichkeit zur berechtigten Annahme. Weiterhin ist nicht zu übersehen, dass bei den Enaliosauriern sich noch eine viel bedeutendere Radienzahl erhalten hat; bei Ichthyosaurus bis 9; und, wenn auch GEGENBAUR eben deswegen und wegen der sonstigen primitiven Verhältnisse ihrer Flosse zu der Annahme kommt: »dass Plesiosaurus früher als die lebenden Amphibien vom Vertebratenstamme sich abzweigte, und dass, wenn zwar das gleiche vom Ichthyosaurus gilt, beide Gattungen als

Repräsentanten sehr weit von einander, wie von allen lebenden Amphibien und Reptilien entfernt stehender Abtheilungen angesehen werden müssen«, so ist doch jedenfalls aus der Erhaltung einer grössern Radienzahl bei den Enaliosauriern der Schluss erlaubt, dass eine solche auch bis in höhere Organisationen hinein bestehen kann. Es scheint mir auch gar nicht dem allmäligen Gange der Entwicklung in der Natur zu entsprechen, dass die Pentadactylie bei den Amphibien schon als eine absolut feste auftreten müsse, jedenfalls dürfte der Nachweis des Gegentheils nicht allzu grosser Verwunderung begegnen.

Schwieriger ist die Rückführung des nun sechsstrahlig angenommenen Anuren-Tarsus auf das Archipterygium-Schema Gegenbaur's, namentlich deswegen, weil die beiden langen Knochen in der ersten Reihe des Tarsus nur vermuthungsweise Deutungen — als *F* und *T* oder als Calcaneus und Astragalus — zulassen und bisher jede Anstrengung vergebens gewesen ist den Verbleib der typischen Bestandtheile des Urodelen-Tarsus (intermedium, centralia) aufzuklären. Ehe aber nicht jede Hoffnung geschwunden ist, jene beiden Knochen durch ontogenetische Forschung gewissermassen in ihre Theilstücke aufzulösen, muss jede Deutung der weiter distalwärts gelegenen Gebilde bei der ungewöhnlichen Zahl derselben als eine vorläufige ngesehen werden. Ein Versuch nach jener Richtung erscheint mir aber trotz der Misserfolge meiner Vorgänger nicht ganz hoffnungslos, weil mir mittelst der Schnittmethode z. B. auch am embryonalen Eidechsentarsus Auflösungen gelungen sind, die bisher nur theoretisch construirt wurden. Ich hoffe in nächster Zeit zu einer solchen Arbeit Musse und Material zu finden. Bisher ist die »Stammreihe« des Archipterygiums von Gegenbaur offenbar durch die erste Zehe am Anuren-Tarsus — die hier rehabilitirte sechste vernachlässigt — gelegt gedacht worden. Da unser rudimentärer sechster Strahl nach innen, tibialwärts, von dieser liegt, kann man einmal an eine Dichotomie der Stammreihe denken — einen ähnlichen Fall führt Gegenbaur für Ichthyosaurus l. c. p. 338 Anm. 1 an aus Cuvier oss. foss. Quatr. Edit, Fig. 3. Pl. 238 — oder denselben als einen Rest des bisarialen Archipterygiums, das jetzt Gegenbaur nach dem Extremitätenskelet von Ceratodus als Grundform des Extremitätenskelets aller Wirbelthiere aufgestellt hat, betrachten. Diese Anschauung ist nicht so kühn, als es den ersten Augenblick erscheint; so gut wie sich in der langen Entwicklung von dem bisarialen Archipterygium bis zur einreihigen Flosse der

Selachier bei diesen nachweisbare Reste der andersseitigen Radienreihe erhalten haben, ist etwas Aehnliches, wenn auch in geringerem Maasse, in der Entwicklung bis zur Amphibien-Extremität möglich. Dichotomie ist häufiger Besonderheit einer Art, als eine einer ganzen Familie gemeinsame Eigenschaft. Wollte man nicht an die Erhaltung eines so ursprünglichen Verhältnisses glauben, so bliebe nichts übrig, als die Stammreihe durch diesen am meisten tibialwärts gelegenen, freilich rudimentären Strahl zu legen, wobei dann offenbar die bisherige erste Zehe der Anuren der zweiten der Urodelen homolog u. s. f., und die bisherige fünfte eine Bildung, die den Urodelen u. s. w. ganz verloren gegangen wäre. Die rudimentäre Beschaffenheit dieses am meisten tibialwärts gelegenen Strahls, und die den fünf Zehen der Urodelen ganz gleiche Gestaltung der übrigen fünf steht dieser Annahme sehr entgegen. Auch müssten dann an Nerven und Muskeln mit gewisser Wahrscheinlichkeit entsprechende Abweichungen von denen der Anuren nachweisbar sein. Im Ganzen erscheint mir der letzte Erklärungsversuch viel weniger haltbar, als der erste.

Ende Mai 1875.

Nachtrag.

Herr Geheimrath Peters in Berlin war so gütig uns ein Exemplar von Xenopus laevis Wagl zu übersenden, das mir Herr Professor Hasse freundlichst zur Besichtigung überliess. Diese Anure, die von den Autoren zunächst neben Pipa eingereiht wird, besitzt als besondere Eigenthümlichkeit, jederseits an den drei inneren Zehen schwarze, scharf zugespitzte, nach Art eines kleinen, gekrümmten Hufes (Dum. et Bibr.) die Endphalangen umfassende Nägel. Dass bei ihr, wie Duméril und Bibron Erpétologie générale T. VIII. p. 764 behaupten, an der Fusssohle und der innern Fläche der Zehen keine Auftreibung und kein Tuberculum zu finden sei, kann ich nicht bestätigen: wenn ein solches auch für das Auge nur wenig scharf hervortritt, weil die Haut, wie z. B. auch bei Bombinator, ziemlich eben darüber hinwegzieht, so ist es doch leicht durchzufühlen

und zwar als ein knorpelharter Vorsprung an der bekannten Stelle der sechsten Zehe. Dieser Vorsprung ist aber noch ganz besonders dadurch ausgezeichnet, dass er einen eben so schön entwickelten Nagel trägt, wie die drei ersten, innern Zehen. — Ein gleiches gilt nach der sehr deutlichen Beschreibung von Dum. und Bibr. l. c. p. 759), die ich hier folgen lasse, für eine Bufonide, für Rhinophrynus dorsalis, nur dass ausser den Gebilden der sechsten Zehe, den ossa cuneiformia Dugès, allein die erste einen Nagel trägt: »Le premier os cunéiforme, qui foit saillie au dehors, est semblable à celui des Pélobates, quant à sa forme, qui est celle d'une lame épaisse et à tranchant mousse et un peu cintré; il est situé obliquement à la suite du premier orteil, et il est enveloppé comme lui d'une couche cartilagineuse striée en travers«. Pag. 758 sagen die genannten Autoren noch deutlicher: »l'interne (orteil) est revêtu d'un étui cartilagineux, un peu comprimé, marqué de stries transversales, un étui semblable à celui-là, mais plus grand, protége la saillie, que fait au dehors le premièr os cunéiforme«. Die Handbücher nennen diesen »Sporn« kurzweg »hornig« oder »Nagel«. Mag nun die Nagelbildung bei diesen beiden Anuren als etwas erst von ihnen Erworbenes, oder etwa als der Rest einer bei den Vorfahren der lebenden schwanzlosen Batrachier weiter verbreiteten Eigenthümlichkeit angesehen werden, so erscheint mir doch der Umstand, dass, wo überhaupt an den Zehenenden der Anuren nagelartige Scheiden auftreten, die Gebilde der sechsten Zehe regelmässig an dieser Eigenthümlichkeit theilnehmen, ein deutlicher Fingerzeig mehr zu sein, dass dieselben eben auch als gleichwerthig mit den übrigen Zehen aufzufassen seien.

Erklärung der Abbildungen.

Taf. XIV.

In allen Figuren bezeichnen die lateinischen Zahlen die Metatarsalien von der tibialen Seite aus gezählt, die deutschen ebenso die Tarsalien, die Buchstaben a, a_1, a_2, a_3 die Gebilde der sechsten Zehe von der proximalen nach der distalen Seite hin gezählt, F das Fibulare und T das Tibiale. Der Knorpel ist immer blau gehalten, Bandmassen grau, Knochen gelblich.

Fig. I. Aus mehreren Schnitten eines Tarsus von Rana esculenta combinirt. Die punctirte Linie deutet die in der Hälfte der Fälle gefundene Verschmelzung von a_1, a_2 und a_3 an.

Fig. II. Aus drei hintereinanderfolgenden Schnitten durch einen Tarsus von Bufo variabilis combinirt.

Fig. III. Ein Schnitt durch den Tarsus von Pelobates fuscus; der Knorpel des Fibulare war etwas von den Tarsalien und Metatarsalien abgerückt und ist auf der Zeichnung denselben genähert.

Ueber die äussere Seitenwand der Augenhöhle bei den amerikanischen Affen.

Von

Dr. Gustav Joseph,

Docent an der Universität Breslau.

Mit Tafel XV.

So bekannt die Thatsache ist, dass die den höchststehenden Säugethieren und dem Menschen eigenthümliche knöchern geschlossene Augenhöhle aus einer, von der Schläfengrube nicht knöchern getrennten, sich entwickelt und dass dabei die schief seitlich gekehrte Oeffnung derselben in eine nach vorn gerichtete allmälig übergeht, so wenig genau ist bis jetzt auf die mannigfache Art der allmäligen Umgestaltung eingegangen worden. Aus einer Reihe morphologischer Untersuchungen, welche ich seit mehreren Jahren in dieser Richtung und behufs Erforschung des Einflusses anstelle, welchen geringere Entwickelung des Nasengerüsts, Modification des Schädelgrundes in Folge der Rückbildung des Prognathismus, Lagerung des Sehorgans unter das Stirnbein, endlich die Kaumuskulatur auf die Gestaltungsverhältnisse der Augenhöhle haben, erlaube ich mir in Nachstehendem ein Ergebniss mitzutheilen, das sowohl in vergleichend-anatomischer Beziehung beachtenswerth erscheint, als auch für zoologisch-diagnostische[1] Zwecke verwerthet zu werden verdient.

Im Gegensatze zu dem Verhalten der dem Gehör- und Riech-

[1]) c. f. meine Abhandlung über kraniologische Diagnostik der amerikanischen Affengattungen im Bericht über die Arbeiten der naturwissenschaftlichen Section der schlesischen Gesellschaft für vaterländische Cultur 1874 pag. 44 bis 47.

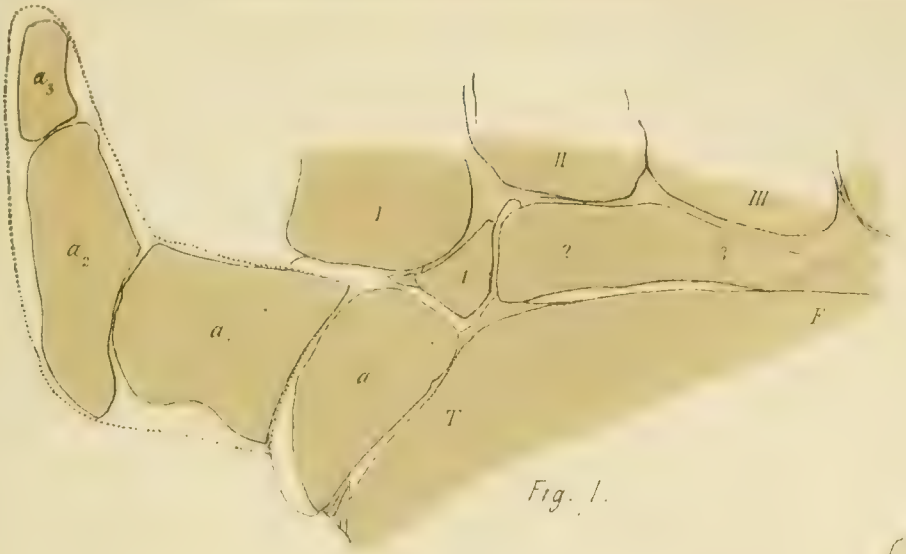


Fig. I.

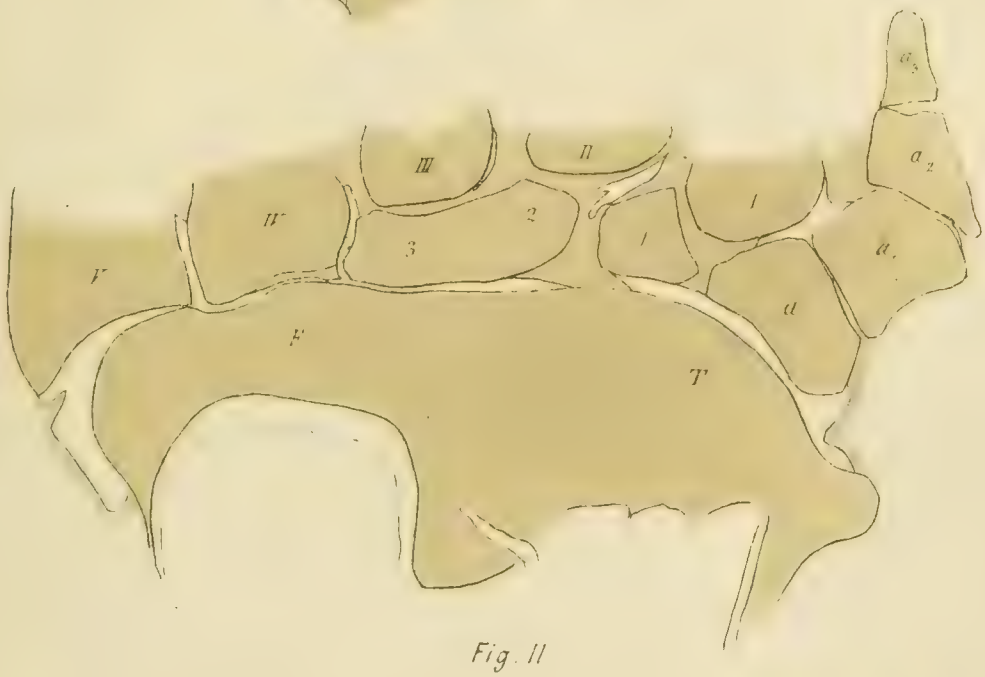


Fig. II

Fig. III

Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig.

organ angehörenden knöchernen Grundlage kann kein einziger von den, die fertige Augenhöhle zusammensetzenden, Skelettheilen als ganz allein der Augenhöhle angehörig betrachtet werden etwa in dem Sinne, wie das knöcherne Labyrinth dem innern Ohr und die Labyrinthe des Siebbeins dem Riechorgan. Die Art des allmäligen Hervorgehens der definitiven Lage des Augapfels aus der Lage, welche dies Organ in der ersten Entwicklungszeit zum Schädel einnimmt und die Art der Anlagerung (resp. Unterlagerung) desselben an die Hirnkapsel sind die Gründe dafür. Nur einer der Constituenten der Augenhöhle, das Jochbein, erscheint wenigstens in einem Theile, in seiner Orbitalplatte da, wo dieselbe sich überhaupt knöchern gestaltet, zu diesem Zwecke allein bestimmt, während die Hauptmasse dieses Knochens, die Wangenplatte, andern Zwecken dienstbar sich zeigt. Abgesehen von der Erweiterung der Antlitzpartie bei höchst gestellten Säugethieren und besonders dem Menschen behufs Anheftung eines Theils der Muskulatur, welche beim Menschen dem seelischen Ausdrucke dient, abgesehen von dem Verhalten des Jochbogens als partielle äussere Schutzwand der Kaumuskulatur, hat die Wangenplatte des Jochbeins zwei verschiedene Knochengebiete strebepfeilerartig auseinander zu halten und zu stützen. Sie verbindet den eigentlichen Hirnschädel, das Gebiet der dorsalen Wirbelbogen, mit dem knöchernen Gerüst des Antlitzes, dem Gebiete der Visceralbogen des Kopfes. Diese Zwecke sind bei den Säugethieren die fast ausschliesslichen, denen eine knöcherne äussere Seitenwand der Augenhöhle fehlt, bei denen sich also keine knöcherne Orbitalplatte des Jochbeins entwickelt.

Letztere gewinnt nun bei den Menschen und den Affen den höchsten Grad ihrer Ausbildung [1]) und zeigt bei dem Menschen und den Affen der alten Welt folgende characteristische Eigenschaften.

1. Die ausgeschweifte Kante, in welcher Wangenplatte und Orbitalplatte zusammenstossen, bildet die untere Hälfte des lateralen und die laterale Hälfte des untern Augenhöhlenrandes [2]).

2. Die Orbitalplatte des Jochbeins ist oben nur mit dem Stirnbein, hinten nur mit den Keilbeinflügeln verbunden. Durch letztere

---

[1]) Bei verschiedenen Arten der Affen der alten Welt ist der knöcherne Verschluss der Orbita noch vollständiger als beim Menschen, da die Fissura orbitalis inferior an Breite und Länge verkleinert oder sogar nur als Foramen erscheint.

[2]) Henle. Knochenlehre. 2. Auflage pag. 198.

ist sie von den Scheitelbeinen und von der Schuppe des Schläfenbeins geschieden.

3. Das Jochbein ist durch eine grössere oder geringere Partie des Oberkiefers vom Thränenbein getrennt.

4. Die Orbitalplatte des Jochbeins bildet *a*) mit ihrer medialen Fläche vorn einen kleinen Theil des Bodens und der Seitenwand der Augenhöhle, *b*) mit der lateralen Fläche nur die vordere Wand und nur einen sehr kleinen Theil der medialen Seitenwand der Schläfengrube. Den grössten Abschnitt der medialen Seitenwand der Schläfengrube bildet die vordere, resp. laterale Fläche der grossen Keilbeinflügel.

5. An der untern Augenhöhlenspalte bildet die Orbitalplatte des Jochbeins nur den vordern Winkel oder ist davon ganz ausgeschlossen [1].

Eine Modification in Bezug auf das unter No. 3 angegebene Verhalten kommt nur bei Macacus cynomolgus und einigen weniger häufigen Arten von Cynocephalus dadurch zu Stande, dass das Jochbein sich am untern Augenhöhlenrande mit dem Thränenbein verbindet und den Oberkiefer von der Betheiligung an der Bildung dieses Randes abdrängt, ein eigenthümlicher Anklang zu dem Verhalten bei den Halbaffen, Beutelthieren u. a. Säugethieren, bei welchen das Thränenbein zum Theil ausserhalb der Augenhöhle zu liegen kommt und mit dem Jochbein eine Nathverbindung eingeht. An menschlichen Schädeln habe ich diese Verbindung nur 2 mal beobachtet und zwar gehörten dieselben dem malayischen Typus an.

Ein in mehrfacher Beziehung anderes Verhalten zeigt die Jochbeingestaltung, welche ich an den Schädeln der amerikanischen Affen beobachtet habe. Würde man dasselbe beachtet haben, so könnten in den osteologischen Sammlungen mancher Universitäten auf Skeleten amerikanischer Affen nicht Schädel von asiatischen und afrikanischen Arten sitzen und umgekehrt. Diese Irrthümer sind um so weniger erklärlich, als die Schädel amerikanischer Affen schon bei oberflächlicher Betrachtung einen, von denen ihrer asiatischen und afrikanischen Verwandten abweichenden, Habitus zeigen, nämlich auffallend lang gestreckt sind. Die bisherige Characteristik beider Schädeltypen stützte sich entweder auf das Verhalten von Weichtheilen, Breite der weichen Nasenscheidewand, Stand und Form der Nasenlöcher, welche durch die Maceration entweder sehr verän-

[1] Henle. l. c. pag. 200.

dert oder ganz vernichtet werden, oder auf die Thatsache, dass die amerikanischen Affen im erwachsenen Zustande drei Vorbackzähne, Praemolares, haben, welche entweder wegen jugendlichen Alters der Individuen die meisten, lebend zu uns gebrachten und in Menagerien und zoologischen Gärten verendeten, amerikanischen Affen gehören dem jugendlichen Alter an) in noch nicht vollständiger Zahl vorhanden, oder bei älteren Individuen durch Caries zum Theil zerstört sind, mithin auf diagnostische Hülfsmittel, welche oft im Stiche lassen. Das Streben, dieselben durch stets vorhandene zu ersetzen liess mich deren eine Anzahl finden, von denen ich jedoch in Nachstehendem nur eines besonders betrachten will.

Obwohl an sehr vielen Skelettheilen, sowohl an Decke, als an Seitenwand des Schädels und am Schädelgrunde werthvolle diagnostische Merkmale auftreten, so will ich mich hier auf die Betrachtung des auch am unzerlegten Schädel, also äusserlich, wahrnehmbaren Jochbeins beschränken und nur die Verbindungsverhältnisse desselben mit benachbarten Skelettheilen ausserdem vorher berühren. Ich will nicht näher auf die Thatsache eingehen, dass der äussere Gehörgang, auch bei erwachsenen Individuen nicht verknöchert, dass die Felsenbeinpyramide besonders an der, der Schädelhöhle zugewendeten, Fläche eigenthümlich gestaltet ist und eine eigenthümliche Lage zum Keilbein und Basilartheil des Hinterhauptbeins einnimmt, dass die Orbitalplatten des Stirnbeins mit ihren medialen Rändern, nachdem sie die Siebbeinplatte umfasst, auf dem Schädelboden sich einander bis zur Berührung nähern und letztere über dem vordern Keilbein wirklich statthat.

Zu den mit dem Jochbein in Verbindung stehenden Skelettheilen gehören:

1. Die Scheitelbeine (Taf. XV. 2). Dieselben erreichen bei den Schädeln der amerikanischen Affen eine auffallend bedeutende Flächenausdehnung. Sie bilden häufig drei Viertheile des Schädeldaches und sieben Achtel der Schädelseitenwand, ihr Längsdurchmesser weicht nicht erheblich von dem grössten Längsdurchmesser der Schädelkapsel ab. Im Gegensatze zur Gestaltung der Scheitelbeine an den Schädeln aller bisher bekannten Menschenracen und Affen der alten Welt geht ihr vorderer Zipfel über den oberen Rand der verkümmerten grossen Keilbeinflügel (Taf. XV. 12) hinweg weiter nach vorn. Sie verbinden sich entweder mit der Orbitalplatte (Taf. XV. 8) des Jochbeins oder sind von derselben (bei Ateles) durch einen schmalen Zwischenknochen (Taf. XV. Fig. VI. 9) oder

bei Verschmelzung des letzteren mit dem Stirnbein (bei Ateles und Mycetes) durch Abwärtsragen eines zungenartigen meist schmalen Zapfens (Taf. XV. Fig. VII. 10) des Stirnbeins und bei Verschmelzung desselben mit den grossen Keilbeinflügeln (zuweilen bei Nyctipithecus) durch Aufwärtsragen[1]) eines schmalen Fortsatzes von denselben getrennt. Ebenso erstrecken sie sich bei der auffallenden Höhenreduction der Schläfenschuppe bedeutend nach abwärts und bei der sehr erheblichen Verkleinerung der Hinterhauptsschuppe in grosser Ausdehnung nach hinten, das Gerüst des grössten Theils des Hinterkopfes bildend.

2. Das Stirnbein (Taf. XV. 1) ist besonders in seiner Scheitelplatte in die Länge gezogen. Dieselbe ragt mit ihrer Spitze (Taf. XV. 1 *a*) weit in die Pfeilnath hinein. Die Scheitelbeine erscheinen durch diesen Zipfel des Stirnbeins, der bei Ateles gewöhnlich als Nathknochen (Taf. XV. Fig. VI *b*) abgegrenzt sich zeigt, wie durch einen Keil aus einander gedrängt. Die Kranznath erscheint Vförmig. Am wenigsten auffallend ist diese Erscheinung bei den Arctopithecinen (Hapale) und Callithrix, am auffallendsten bei Pithecia, Lagothrix und Cebus; in der Mitte stehen in dieser Beziehung die Gattungen Brachyurus, Chrysothrix, Ateles und Mycetes.

3. Die Schuppe des Schläfenbeins erscheint noch erheblich niedriger als bei den Affen der alten Welt und auffallend in die Länge gestreckt. Das Zustandekommen ihrer Verbindung mit der Orbitalplatte des Jochbeins, welches bei den Affen der alten Welt häufig, beim Menschen selten sich findet, habe ich bei den amerikanischen Affen bisher nicht beobachtet.

4. Die grossen Keilbeinflügel sind an Umfang erheblich verkleinert. Die Verkümmerung betrifft sowohl die Orbitalfläche als die Temporalfläche. Beide haben an Höhe eingebüsst, letztere auch an Breite. Der Grad der Verkleinerung ist nach Gattung und Art verschieden; am geringsten ist die Verkleinerung bei Mycetes.

5. Am wenigsten erscheint der Oberkiefer in seiner Gestalt verändert. Die Verschiedenheiten in der Zeit der Verschmelzung mit dem Zwischenkiefer richten sich nach Gattung und Art. Die Gattung Cebus ist durch frühe Verschmelzung jener Skelettheile ausgezeichnet.

Noch mehr als diese morphologischen Verschiedenheiten gibt die

---

[1]) Dadurch wird der Zustand angedeutet, welcher bei den Affen der alten Welt und beim Menschen weiter ausgebildet erscheint.

Gestaltveränderung der Orbitalplatte des Jochbeins [1]) das Mittel an die Hand auch bei Schädeln von jugendlichen Individuen amerikanischer Affen die Diagnose sofort zu stellen und selbst an Rudimenten zu stellen, welche aus nichts Anderem, als aus der lateralen Orbitalwand bestehen.

Der laterale oder obere Theil der Orbitalplatte des Jochbeins hat nämlich bei den amerikanischen Affen bedeutend an Ausdehnung nach hinten zugenommen. Während beim Menschen und den Affen der alten Welt die laterale Seitenwand der Augenhöhle grösstentheils von der Orbitalfläche der grossen Keilbeinflügel gebildet wird, übernimmt bei den amerikanischen Affen die Orbitalplatte des Jochbeins einen erheblich grösseren Antheil. Dieselbe erstreckt sich bei den Arctopithecinen und Platyrrhinen — Mycetes ausgenommen, viel weiter nach hinten und verbindet sich, abweichend von dem Verhalten beim Menschen und den Affen der alten Welt, mit dem untern Theile des Vorderrandes der Scheitelbeine (Taf. XV. 8). Die grossen Keilbeinflügel erscheinen hierbei an Höhe beträchtlich reducirt [2]) und der nach hinten umbiegende oberste Theil derselben fehlt ganz.

Bei den Affen der alten Welt, ferner bei Negern und — wie ich mehrfach beobachtet habe — bei Slaven kommt eine durch ein anderes Moment bewirkte Umfangsverminderung der grossen Keilbeinflügel vor. Hier ist es die Schuppe des Schläfenbeins, welche bei starker Verbreiterung und Ausdehnung nach vorn die grossen Keilbeinflügel verdrängt und mit dem Stirnbein eine Nathverbindung eingeht. Diese Erscheinung, welche übrigens weder bei den Affen der alten Welt, noch bei den genannten Menschenracen constant ist, findet sich nicht bei den amerikanischen Affen.

Im Gegensatze zu der Unbeständigkeit der eben erwähnten morphologischen Eigenthümlichkeit, welche als diagnostisches Hülfsmittel kaum verwerthbar ist, erscheint die Nathverbindung zwischen der Orbitalplatte des Jochbeins und dem Scheitelbein — bis auf die in Vorstehendem angegebenen Modificationen bei Ateles, Mycetes und Nyctipithecus — in allen übrigen Gattungen der amerikanischen Affen constant. Meist ist sie im Verhältniss zur Höhe der Schädel-

---

[1]) c. f. Tageblatt der 47sten Versamml. deutscher Naturforscher und Aerzte, Sitzung der Section für Anatomie vom 19. Sept. 1874. pag. 97 u. 98.

[2]) Bei Nyctipithecus erscheinen die grossen Keilbeinflügel gleichmässig verkleinert.

seitenwand beträchtlich. Sie beträgt bei erwachsenen Exemplaren von:

Chrysothrix sciurea Wagn.	7,5	Millimeter.
Callithrix cuprea Spix	11,0	–
Nyctipithecus sp. (1 mal wahrgenommen)	9,0	–
Brachyurus melanocephalus Geoffr. . . .	7,0	–
Pithecia satanas Geoffr.	13,0	–
Cebus fatuellus Erxl.	10,5	–
bei einem halberwachs. Ex.	12,0	–
C. robustus Wied. (adult.)	11,0	–
C. monachus Cuv. (adult.)	10,0	–
C. capucinus Erxl. (halb erwachs.) . . .	11,5	–
C. cirrifer Wied. (halb erwachs.) . . .	10,0	–
Lagothrix cana Geoffr. (adult.)	11,75	–

Wo ein Nathknochen Scheitelbein und Orbitalplatte des Jochbeins trennt, ist derselbe meist von der Länge, welche die Nathverbindung bei den genannten Gattungen erreicht, so bei Ateles Paniscus Geoffr. (adult.) 11,5 Mm. Dasselbe gilt auch von der Länge des den Nathknochen ersetzenden, schmalen, abwärts ragenden Zapfen des Stirnbeines, der z. B. bei Mycetes discolor Spix 11,0 Mm. beträgt.

Die Nathverbindung der Orbitalplatte des Jochbeins steht aber nicht in geradem Verhältnisse zur Umfangsverminderung der grossen Keilbeinflügel. Letztere ist bei den Gattungen Brachyurus und Pithecia am beträchtlichsten, obgleich jene Nathverbindung nur bei Pithecia sehr ausgedehnt ist. Neben der verhältnissmässig sehr grossen Ausdehnung dieses Theils der Orbitalplatte des Jochbeins nach hinten und unten ist bei manchen Arten, Chrysothrix, Callithrix, Lagothrix, Pithecia und Brachyurus eine vermehrte Flächenausdehnung nach oben zu bemerken, so dass der Jochfortsatz des Stirnbeins viel weniger weit herabreicht und an der Zusammensetzung des lateralen Randes der Augenhöhle nur sehr unbedeutenden Antheil nimmt, ein Verhalten, welches dem beim Menschen und den Affen der alten Welt beobachteten fremd ist. Ausserdem ist noch die stärkere Krümmung dieses Theils der Orbitalplatte des Jochbeins zu bemerken, wie sie weder beim Menschen, noch bei den Affen der alten Welt, Hylobates ausgenommen, gefunden wird. Die Concavität der Krümmung gehört natürlich der Augenhöhle, die Convexität der Schläfengrube an. Letztere erscheint abgeflacht (besonders bei Callithrix, Chrysothrix,

Ateles) und nur dadurch bei Lagothrix, Pithecia, Brachyurus und alten Männchen von Cebus wieder vertieft, dass der laterale Rand der Augenhöhle aufgewulstet ist. An der convexen Fläche der Orbitalplatte des Jochbeins findet sich bei Brachyurus, besonders aber bei Ateles eine dem hintern Rande dieser Platte fast parallel verlaufende Knochenleiste, wozu zuweilen bei alten Männchen von Cebus eine Andeutung gefunden wird.

Alle diese auffallenden, eigenthümlichen Erscheinungen betreffen nur den verticalen (lateralen) Theil der Orbitalplatte des Jochbeins, wogegen der horizontale (mediale) Theil derselben sein, beim Menschen und den Affen der alten Welt beobachtetes, Grössenverhältniss nur unerheblich ändert.

Dass die bisher geschilderten eigenthümlichen Ausdehnungs-Verbindungs- und Krümmungsverhältnisse der Orbitalplatte des Jochbeins von bemerkbarem Einflusse auf die Gestaltung der Augenhöhle sein müssen, ist klar. Während von den Wänden der Augenhöhle beim Menschen nur das Dach erheblich excavirt erscheint, die übrigen Wände ziemlich flach und nach hinten, an Umfang allmälig sich verkleinernd, nach dem Foramen opticum zu convergiren, die Augenhöhle demnach am Eingange die grössten Durchmesser zeigt, bleibt bei den Affen der neuen Welt nur die mediale Wand der Augenhöhle plan, während der Boden und die laterale Wand sich noch erheblich mehr als das Dach excaviren. Dies ist freilich schon bei den Affen der alten Welt[1]) angedeutet, aber bei den amerikanischen weit auffallender und besonders betrifft dies die Ausweitung der von der Orbitalplatte des Jochbeins gebildeten lateralen Wand, die bei mehreren Arten nach der Schläfengrube zu bauchig aufgetrieben erscheint[2]). Damit steht im Einklang, dass der verticale und horizontale Querdurchmesser der Augenhöhle nicht dicht am Eingange in dieselbe, sondern 4 bis 8 Millimeter dahinter am grössten sind. Dabei gestalten sich die Verhältnisse der beiden Durchmesser so, dass beim Menschen die Augenhöhle vorn breiter als hoch, bei den Affen der alten Welt entweder ebenso sich verhält, oder höher als breit und bei den Affen der neuen Welt ebenso breit als hoch ist.

Eine weitere Eigenthümlichkeit zeigt die untere Augenhöhlenspalte, deren lateraler Rand und vorderes Ende zur Hälfte von der Orbitalplatte des Jochbeins gebildet werden, während letztere beim

[1]) Besonders bei Hylobates.

[2]) Im höchsten Grade bei Nyctipithecus.

Menschen und den Affen der alten Welt nur in sehr geringer Ausdehnung zur Begrenzung jener Spalte verwendet wird. Bei einem Schädel von Callithrix cuprea Spix erscheint die untere Orbitalfissur durch Hinüberragen des untern Randes der Orbitalfläche der grossen Keilbeinflügel in ein vorderes rundliches Loch und eine hintere längliche Spalte getheilt. Dies vordere Foramen wird von der Orbitalplatte des Jochbeins vorn und aussen, vom Oberkiefer nach innen begrenzt.

Durch die bisher angedeuteten Eigenthümlichkeiten weicht also das Jochbein von dem Verhalten ab, welches im Eingange als Norm für dessen Gestaltung beim Menschen und den Affen der alten Welt angegeben worden ist. Dazu kommt aber noch eine andere, bisher ebenfalls unbeachtete, Erscheinung an der Orbitalplatte des Jochbeins bei amerikanischen Affen. Die Augenhöhle hängt nämlich bei diesen Wesen nicht nur mittelst der Fissura orbitalis inferior mit dem untern Theile der Schläfengrube zusammen, sondern es besteht auch eine Communication zwischen beiden in der Orbitalplatte des Jochbeins in Gestalt eines schlitzförmigen (Taf. XV. 14) Loches[1] in oder in der ähe der Nathverbindung mit dem Scheitelbeine. Beide Lücken in der Augenhöhlenwandung, die Unteraugenhöhlenspalte und dies schlitzförmige Loch sind die letzten Reste des Zustandes, wie ihn die von der Schläfengrube durch keine knöcherne Scheidewand getrennte, sondern nur durch eine Membrana obturatoria orbitae seitlich geschlossene Augenhöhle einer grossen Anzahl von Säugethiergattungen darbietet, bei welcher die Fissura orbitalis inferior gleichsam weit hinauf an der Schädelseitenwand reicht.

Die erwähnte schlitzförmige Oeffnung habe ich bei Repräsentanten sämmtlicher amerikanischen Affengattungen gefunden, mit nur unbedeutender Variation in Bezug auf ihre Lage an dem hintern Rande der Orbitalplatte des Jochbeins und zwar in der Nähe ihrer Verbindung mit dem grossen Keilbeinflügel oder dicht darüber mit dem Scheitelbein oder dem erwähnten Nathknochen oder Zapfen des Stirnbeins. Sie wird bis auf eine geringe Oeffnung, durch welche Gefässe und Nerven hindurchtreten, von einer Membran geschlossen,

---

[1] Der Grösse dieses Foramen zygomatico-temporale entspricht sehr häufig auch ein vergrössertes Foramen (Taf. XV. 15) zygomatico-faciale. Die dem Jochbeine des Menschen und der altweltlichen Affen eignen Canäle fehlen hier entweder ganz oder führen zu untergeordneten Ausgangsöffnungen an der Wange und Schläfengrube.

deren Beschaffenheit beweist, dass sie als Rest der Membrana obturatoria orbitae zu betrachten ist. Damit steht im Einklange, dass die genannte Oeffnung im Knochen bei jugendlichen Individuen weiter als bei Aelteren ist. Bei mehreren, ausgestorbenen Arten angehörenden (z. B. Cebus macrognathus und einer nicht beschriebenen Art), aus den Knochenhöhlen Brasiliens stammenden, Schädeln in den Pariser Sammlungen ist sie auffallend weit, aber von der Fissura orbitalis inferior doch noch durch eine schmale Knochenbrücke getrennt. Erinnert dies schon an den Zustand der Seitenwand der Augenhöhle, wie ihn die Halbaffen zeigen, so bietet das Verhalten des in Rede stehenden Theiles bei Embryonen (von Hapale, Callithrix, Chrysothrix, Pithecia, Ateles und Cebus noch deutlichere Uebergänge dazu dar. Freilich ragte bei diesen Embryonen der Oberkiefer mit seiner Orbitalfläche weiter nach hinten, gestattete (im Anklange an das Verhalten bei den Affen der alten Welt und dem Menschen dem Gaumenbein einen viel geringeren Antheil an der Bildung des Bodens der Augenhöhle als bei den Halbaffen, und hatte sich ferner von den grossen Flügeln des Keilbeins ausser der, bei den Halbaffen bereits vorhandenen, Orbitalfläche und Cerebralfläche auch eine Temporalfläche gebildet, aber die trennende Knochenbrücke zwischen dem oben geschilderten Schlitz und der Fissura orbitalis inferior fehlte und der Schlitz erschien als unmittelbare Fortsetzung der letzteren. Die Orbitalplatte war überhaupt nur vorn und oben verknöchert. Bei jüngern Embryonen dürfte die verknöcherte Partie von noch geringerem Umfange sein und die Verknöcherung auf sehr früher Entwickelungsstufe sich auf ein Ossifications-Centrum in der Wangenplatte des Jochbeins beschränken.

Dass die, jene eben geschilderte Lücke im Knochen bei erwachsenen Individuen ausfüllende, Membran ebenso wie die Ausfüllungsmasse in der Fissura orbitalis inferior Ueberrest der Membrana obturatoria orbitae ist, ergibt sich aus histologischen Befunden. Gleich der Membrana obturatoria orbitae bei den Halbaffen zeigt sie mehrere Schichten. Die innerste, zarteste Schicht ist die Fortsetzung der auf der Innenwand der Augenhöhle isolirt vorhandenen intraorbitalen Auskleidung. Ihr schliesst sich eine dickere und dichtere fibröse Schicht an, in welcher Züge von Bündeln glatter Muskelfasern, winzige Reste der Orbitalmuskelschicht der Membrana obturatoria, eingebettet liegen. Darauf folgt eine sehr feste, ebenfalls fibröse, gefässreiche Schicht, offenbar die Fortsetzung des Periost der Schädelknochen und der Wangenplatte des Jochbeins, in der

ich zahlreiche Faserknorpeleinlagerungen, deren Züge sich hier und dort kreuzten, wahrnehmen konnte. Am oberflächlichsten liegt eine dünne Schicht festen Bindegewebes, welche ich als Derivat der Masseterfascie betrachte. Ebenso verhalten sich bei Embryonen die Theile der Orbitalplatte des Jochbeins an welchen der Verknöcherungsprocess noch nicht Platz gegriffen hat. Derselbe erreicht die Orbitalplatte von dem freien Orbitalrande her und geht ganz so wie bei andern Belegknochen vor sich. Dies dürfte erklären, warum es mir bisher nicht gelungen ist, Einlagerungen von hyalinem Knorpel in besagtem Theile aufzufinden. So weist die kleine, spaltförmige Lücke in der Orbitalplatte des Jochbeins, deren Grösse zwar individuellen Schwankungen unterliegt, die aber constant sich findet, auf die Entstehung der Orbitalplatte aus der Membrana obturatoria orbitae hin, also auf Verwandtschaft mit einem Verhalten, wie es uns noch heut bei den Halbaffen entgegentritt. Letztere Wesen aber, welche im Gegensatze zu den übrigen, die Orbita der amerikanischen Affen betreffenden, Momenten einen weit hinabragenden Processus zygomaticus des Stirnbeins (Pteropus und Wiederkäuer) und ein aus der Augenhöhle theilweise herausgelagertes Thränenbein (Wiederkäuer, Thylacinus cynocephalus u. a. Beutelthiere) zeigen, entfernen sich damit, sowie durch viele andere an ihrem Schädel bemerklichen, Abweichungen so sehr vom Schädeltypus der amerikanischen Affen, dass der Gedanke an nächste Verwandtschaft mit denselben ein sehr verfehlter sein dürfte. Allerdings bildet der vollständig verknöcherte Orbitalrand der Halbaffen, der als breiter Bogen die Seitenwand der Orbita berandet, den unter allen Säugethieren relativ nächsten Uebergang zur knöchern geschlossenen Orbita der amerikanischen Affen. Möge aber dabei in Betracht gezogen werden, dass eine Verschmelzung des Processus frontalis des Jochbeins und des Processus zygomaticus des Stirnbeins zu einer Knochenbrücke bereits bei den Wiederkäuern sich findet und auch bei vielen katzenartigen Carnivoren angebahnt ist, bei den letzteren trotz des grossen Umfanges der Verschiedenheiten in den übrigen Theilen ihres Skelets die durchaus intraorbitale Lage des Thränenbeins ebenfalls Anklang zum Verhalten jener Orbitalpartie bei den Affen zeigt. Auch muss ich hierzu noch bemerken, dass das kurze, sehr straffe Ligament, welches die einander entgegenkommenden Fortsätze des Stirn- und Jochbeins verbindet, z. B. bei alten Männchen unserer Hauskatze und des Cynailurus guttatus Herman vom Senegal zuweilen verknöchert und damit der Zustand des Orbitalrandes erreicht wird, wie derselbe sich bei Wiederkäuern und Halbaffen findet.

So erlangen wir ein richtiges Verständniss auch eines im thierischen Skelet anscheinend unwichtigen Theiles, wie der Orbitalplatte des Jochbeins, nicht durch isolirtes Betrachten derselben bei den amerikanischen Affen allein, sondern indem wir Umschau halten bei den Wesenkreisen, welche durch Ausstattung mit gewissen Eigenthümlichkeiten ihre nähere oder entferntere Stammverwandtschaft mit der in Rede stehenden Säugethiergruppe bekunden.

Breslau, Juni 1875.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XV.

Schädelabschnitte von männlichen Individuen:

Fig. I. Hapale aurita Kuhl.
Fig. II. Chrysothrix sciurea Wagn.
Fig. III. Cebus macrocephalus Spix.
Fig. IV. Callithrix cuprea Spix.
Fig. V. Pithecia satanas Geoffr.
Fig. VI. Ateles paniscus Geoffr.
Fig. VII. Mycetes niger juv. Kuhl.

Für sämmtliche Figuren gleichmässig gebrauchte Bezeichnungen.

1. Stirnbein.
   a. Der zwischen die Pfeilnath hineinragende spitze Zipfel desselben.
   b. Dieser Zipfel als Nathknochen.
2. Scheitelbein.
3. Schuppe des Schläfenbeins.
4. Jochfortsatz desselben.
5. Schläfenfortsatz des Jochbeins.
6. Wangenplatte des Jochbeins.
7. Orbitalplatte desselben.
8. Nath zwischen Orbitalplatte des Jochbeins und dem Schläfenbein.
9. Fig. VI. Nathknochen.
10. Fig. VII. Zapfen des Stirnbeins, als Ersatz des Nathknochens.
11. Processus coronideus mandibulae.
12. Grosser Keilbeinflügel.
13. Nasenbein.
14. Schlitzförmiges Loch (Foramen zygomatico-temporale) am hinteren Rande der Orbitalplatte des Jochbeins.
15. Foramen zygomatico-faciale bei Fig. IV, V, VI u. VII von auffallender Weite.
16. Augenhöhleneingang.
17. Fossa lacrymalis.

Fig. I.

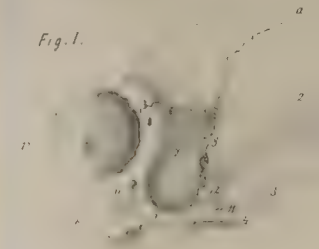


Fig II

Fig III

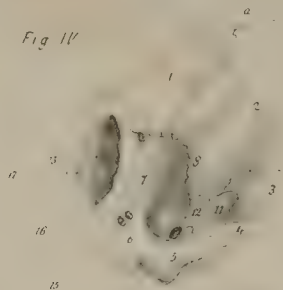


Fig III

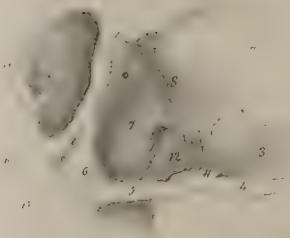


Fig IV

Fig V

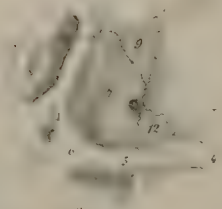


Fig VI

Fig VII

Lith Anst v J G Bach Leipzig

Beiträge zur Kenntniss der Nasenwandung, und besonders der Nasenmuscheln der Reptilien.

Von

Dr. med. Bernhard Solger.

(Mit Tafel XVI.)

Aus dem anatomischen Institut zu Breslau.

In seiner Arbeit: »Ueber die Nasenmuscheln der Vögel«[1]) hat GEGENBAUR die Bezeichnung »Muschel« nur für Gebilde gelten lassen, die als »eine von der Wand her entspringende, selbstständige, von einer einfachen Fortsetzung des Skeletes der Wand gestützte Einragung« erscheinen. Die Vögel besitzen nach ihm nur eine wahre Muschel. Um für die Untersuchung innerhalb der genannten Classe eine sichere Basis zu gewinnen, hatte GEGENBAUR auf die nächstverwandte tieferstehende Gruppe der Reptilien zurückgegriffen, und war dabei zu dem Resultate gelangt, dass auch den Reptilien nur eine Muschel zukomme, die bei Eidechsen, Schlangen und Crocodiliern die nöthigen Kriterien aufweise, während sie nach Untersuchungen an Chelonia bei den Schildkröten nicht den vollen Werth einer solchen besitze, sondern »dem Stadium der Indifferenz näher« sei. Da als Ziel der genannten Arbeit die Feststellung und Erklärung des bei Vögeln vorkommenden Verhaltens ins Auge gefasst wurde, ist es begreiflich, dass das aus der Classe der Reptilien untersuchte Material nur von einigen Repräsentanten der vier Hauptabtheilungen geliefert ward; denn die Vorarbeiten, auf die GEGEN-

[1]) Jen. Ztschr. f. Med. u. Naturw. Bd. VII. pag. 1 flgd.

BAUR sich hätte stützen können, hatten sich keineswegs nach allen Richtungen hin als brauchbar erwiesen. So mag es denn gerechtfertigt erscheinen, das bisher bekannte Material durch Untersuchung neuer Formen zu vermehren und die von GEGENBAUR gewonnenen Ergebnisse — denn mit den Muscheln werden vorzugsweise diese Blätter sich beschäftigen — an ihnen zu prüfen.

Nach Anknüpfungspuncten in der Classe der Amphibien zu suchen, habe ich unterlassen. Zwar wird bei Beschreibung des Geruchsorgans derselben der Ausdruck Muschel nicht selten gebraucht; ich nenne Autoren wie DUGÈS, A. ECKER[1]) HUXLEY[2]). Allein die oben angegebenen Merkmale einer Muschel fehlen den mit diesem Namen belegten Gebilden, und schon aus diesem Grunde konnte ich sie hier ausser Acht lassen[3]).

Ossa conchae.

Auch innerhalb der Classe der Reptilien finden wir den Namen »Muschel« vielfach missbräuchlich verwendet. So sind es zunächst knöcherne Gebilde, die damit bezeichnet wurden. Zwar geht schon aus GEGENBAUR's Darstellung deutlich hervor, dass derartige Dinge den Namen nicht beanspruchen können. Aber eingehender wurde die Sache dort nicht besprochen, und so mag sie hier Berücksichtigung finden. Ich meine die Ossa conchae der Ophidier und Saurier, über deren Auffassung die Anatomen gegenwärtig noch nicht einig

---

[1]) A. ECKER, Anatom. d. Frosch. pag. 33: »Auf dem Boden der Nasenkapsel findet sich in der Richtung von hinten nach vorn und lateralwärts jederseits eine hügelförmige, knorplige Erhöhung, welche man vielleicht auch als Andeutung einer Nasenmuschel betrachten kann. Von der vorderen Wand ausgehend aber erstreckt sich in einer jeden Nasenhöhle eine ziemlich horizontal liegende theilweise verknöcherte Platte. Es sind dies die Cornets von DUGÈS von diesem Forscher richtig als Nasenmuscheln, von CUVIER als Rudimente von Nasenbeinen bezeichnet.« Die Nasalia neuerer Autoren hat CUVIER »vordere Stirnbeine« genannt (Vorlesungen u. s. w. zweite Ausg., übers. von DUVERNOY, pag. 576).

[2]) HUXLEY, Anatom. d. Wirbelth. Uebers. von RATZEL, pag. 150.

[3]) Nach den Untersuchungen von R. WIEDERSHEIM, die bisher nur in einem Vortrag und einem kurzen gedruckten Auszug dieses Vortrags vor die Oeffentlichkeit getreten sind, bietet der Schädel von *Salamandra perspicillata* Savi manche Anschlüsse an den der Reptilien. Ob sich verwandte Beziehungen auch in dem Geruchsorgan und speciell in der Gestaltung einer Muschel erkennen lassen werden, darüber wird die von dem Verfasser in Aussicht gestellte Monographie hoffentlich bald Aufschluss geben.

zu sein scheinen, wenn auch soviel feststeht, dass die Concha inferior der menschlichen Anatomie ausser dem Namen auch nicht die geringste Beziehung zu den in Rede stehenden Bildungen der Schlangen und Saurier haben kann.

Während noch in Duvernoy's Uebersetzung der Vorlesungen Cuvier's [1]) die Ossa conchae geradezu als »untere Nasenmuscheln« oder »untere Muscheln« bezeichnet werden, begnügt sich Stannius (Zootomie der Amphibien) mit der etwas zweideutigeren lateinischen Benennung. Huxley [2]) geht weiter: er bezweifelt die Zulässigkeit einer Homologie mit den Riechmuscheln höherer Wirbelthiere. Das Os conchae der Ophidier wird geschildert als »ein grosser concavconvexer Knochen, welcher von der ethmoidalen Scheidewand zum Oberkiefer sich erstreckt, die Nasendrüse (?) schützt und gewöhnlich Riechmuschel genannt wird, obwohl er, wenn ein Hautknochen, der Riechmuschel der höheren Wirbelthiere nicht vollkommen entspricht«. Damit steht freilich eine ältere Darstellung in Widerspruch. Rathke [3]) lässt die »Knochenkapseln, welche bei den Schlangen die sogenannten Nasendrüsen umgeben« — damit sind die Ossa conchae und, wie von Leydig [4]) nachgewiesen worden ist, die Jacobson'schen Organe gemeint — aus zwei »schüsselförmigen Knorpelplatten« gebildet werden. Damit lassen sich Leydig's Angaben über den Primordialschädel der Saurier nicht wohl vereinigen. Ich kenne keine Notiz dieses Forschers, die dafür spräche, dass die Ossa conchae bei Sauriern knorpelig vorgebildet wären. Wohl aber wird von ihm eine neue Deutung der Knochenstücke, die »sonst als Conchae oder knöcherne Muscheln aufgeführt« [5]) werden, gegeben. Leydig hält sie für knöcherne Seitentheile des Siebbeins, das übrigens auch nach ihm »in der senkrechten Knorpelplatte des vorderen Schädelabschnittes mitbegriffen« ist. Den vorderen Abschnitt der Nasenhöhle, dem das Os conchae angehört, bezeichnet er nun selbst im Gegensatz zu anderen Autoren richtig als »Vorhöhle« oder »äussere Nasenhöhle« [6]). Ich weiss nicht, ob nicht durch die scharfe Trennung des Cavum's in eine »äussere« und in eine »innere« Nasenhöhle, wie sie der be-

[1]) l. c. pag. 561 und 568.

[2]) l. c. pag. 201.

[3]) Rathke, Entwicklung der Natter, pag. 126.

[4]) Leydig, Zur Kenntniss der Sinnesorgane der Schlangen, im Archiv f. mikroskop. Anat. Bd. VIII.

[5]) Leydig, Die in Deutschland lebenden Saurier, pag. 42.

[6]) l. c. pag. 91 flgd.

kannte Forscher selbst vorgenommen hat, die Sicherheit der Auffassung die Ossa conchae [1] als »Seitentheile des Siebbeins« zu nehmen, wieder in Frage gestellt wird.

Da also 1. die Möglichkeit, dass das Os conchae knorpelig vorgebildet sei, wenn nicht ganz auszuschliessen, so doch jedenfalls sehr gering ist, da 2. von einer freien Einragung in die Nasenhöhle ebensowenig gesprochen werden kann, so bleibt der oben aufgestellte Satz, nach dem ihm der Namen Muschel nicht zuerkannt werden durfte, bestehen. Damit wird nicht ausgeschlossen, dass es an der Sculptur der Nasenwandung sich betheiligt. Bezüglich der Eidechsen kann ich auf Leydig's [2] Angaben verweisen, wie es ja auch am trockenen Saurierschädel (z. B. Ameiva) als mächtiger Wulst in die Augen fällt. Bei Python tigris erstreckt sich ein schmaler knöcherner Fortsatz des Os conchae auf den Anfangstheil der Einbuchtung der Knorpelwand (Fig. 1 *C'*), diese eine Strecke weit überlagernd.

Was ist nun aber das Os conchae? Es lässt sich, wie ich glaube, zur Zeit nur soviel sagen: ein den Schlangen und Sauriern eigenthümlicher Knochen, höchst wahrscheinlich ohne knorpelige Grundlage, der, wie es namentlich von Stannius und neuerdings von Leydig hervorgehoben worden ist, die Decke der Jacobson'schen Organe bildet. Er wird bei Reptilien vermisst, denen diese Organe fehlen. [3] Ebensowenig kommt er den Säugethieren zu, obschon Jacobson'sche Organe hier vorhanden sind.

---

[1] In dem schon citirten Aufsatz desselben Verfassers (Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. VIII. pag. 318) wird der fragliche Knochen als »sog. Concha oder Riechbein« bezeichnet. Für die Jacobson'schen Organe findet sich der Ausdruck »zweites« oder »Nebengeruchsorgan«, in welches der bekannte Knorpelfortsatz »muschelartig« vorspringe.

[2] l. c. pag. 92.

[3] Die »Oeffnung« der Jacobson'schen Organe bei Chamäleo ist schon von Stannius (Zootom. d. Amphib. pag. 175) gesehen worden. Man erkennt eine stichförmige Vertiefung, die nach rückwärts in eine wenig markirte Rinne übergeht, welche in die Choanenöffnung sich verliert. Die Uebereinstimmung dieser äusserlich sichtbaren Verhältnisse mit Leydig's genauer Beschreibung von Lacerta und Anguis ist eine vollkommene; dagegen bin ich nicht im Stande, Bilder von den Organen selbst zu bekommen, wie sie Leydig von Sauriern und Schlangen gezeichnet oder beschrieben hat, und wie ich aus eigener Anschauung von Pseudopus, Python und Crotalus kenne. Das Organ von Chamäleo bietet entschieden nicht den Grad der Ausbildung dar, wie er bei den genannten Reptilien vor die Augen tritt. — Legt man unmittelbar vor dem vorderen Ende des Cavum's der Nasenhöhle einen Frontalschnitt durch den Schädel,

Ophidier.

Aus der Ordnung der Schlangen habe ich Python tigris, Coluber natrix, Crotalus horridus und Pelias berus untersucht. Das einfachste Verhalten einer muschelförmigen Bildung finde ich bei der Ringelnatter, der sich Crotalus anschliesst: am complicirtesten tritt sie bei Python auf, während Pelias berus den Uebergang zu Boa [1]) zu vermitteln scheint.

Nach Wegnahme des Septum findet man bei Coluber natrix einen der lateralen Wand angehörigen Wulst, der nur wenig gegen die Horizontallinie geneigt, anfangs breiter, im weiteren Verlaufe nach hinten und abwärts sich verschmälert und gleichzeitig freier sich abhebt, um sich dann rasch zu verlieren. Die Lücke, die zwischen seinem hintern Ende und der hintern Nasenwand bleibt, führt in einen oberhalb des Wulstes sich ausdehnenden, auf diese Weise von der übrigen Nasenhöhle abgegrenzten Raum, der diese an Tiefe nur wenig übertrifft. Bei Crotalus (C. horridus), wo die Ausdehnung der Nasenhöhle im Durchmesser von vorn nach hinten eine relativ geringere, ist auch der ebenbeschriebene Wulst (Fig. 4 *C'* kürzer und ausserdem geschlängelter. Frontalschnitte durch *C'* ergaben bezüglich der Betheiligung der knorpeligen Wand folgende Resultate: 1) im oberen, vorderen Abschnitt eine leichte Einbuchtung,

so sieht man von dem hier sehr niedrigen knorpeligen Septum, das weiter gegen das vordere Kopfende in eine horizontal liegende Knorpelplatte sich verliert, zwei Fortsätze abgehen, einen oberen und einen unteren, die in dieser Gegend lateral sich nicht vereinigen. Wir beschäftigen uns hier nur mit dem letzteren. Auf folgenden, gegen das hintere Kopfende hin angefertigten Schnitten erscheint dieser untere schief nach aussen und unten gehende Fortsatz vom Septum gelöst. Das mediale Ende desselben wird vom Vomer überlagert, an das äussere schliesst sich der Oberkieferknochen, der mittlere grösste Theil der Knorpelplatte bleibt somit, wie auch aus der Betrachtung des macerirten Schädels ersichtlich, an seiner ventralen Fläche vom Knochen frei, und ist nur von der Schleimhaut des Rachens bedeckt, die sich gegen die erwähnte Unterbrechung der Knorpelsubstanz blindsackartig nach oben ausbuchtet. Die Höhlung dieser Ausstülpung halte ich für homolog mit dem Cavum des JACOBSON'schen Organs, und es steht die geringe Ausbildung desselben im Zusammenhang mit dem Fehlen des Os conchae. Denn an keiner Stelle des unteren Fortsatzes zeigt sich eine die dorsale Fläche desselben überlagernde Verknöcherung, die vom Septum gegen die laterale Wand sich erstreckend, als eine derartige Bildung aufgefasst werden könnte.

[1]) S. GEGENBAUR'S Beschreibung u. Abbildung l. c. pag. 2 und Taf. I. Fig. 5.

die einen nur wenig markirten soliden Fortsatz trug[1]; 2) in der Mitte von C' eine nach aussen offene, ⊐-förmige Einrollung des unteren (ventralen) Abschnitts der Wandung (der untere Schenkel endete frei, der obere setzte sich natürlich continuirlich in die seitliche Partie der knorpeligen Nasenkapsel fort); 3) im letzten Viertel eine nach unten offene ∩-förmige Einrollung, die schliesslich zu einer einfachen knopfförmigen Anschwellung wird, mit der nach unten die seitliche Wand endet, bis auch diese Verdickung verschwindet. In der Abbildung (Fig. 4) ist demnach das untere freie Ende der knorpeligen Wand nach rückwärts von dem hinteren Ende des Wulstes C' zu suchen. Die winkelige Hervorragung (p) ventral und nach rückwärts von C' bleibt vom Knorpel unbedeckt. Sie ist der Ausdruck zweier sich hervorwölbender Ränder des Os praefrontale (»Thränenbein«), das bei der Klapperschlange bekanntlich in functionell wichtige Beziehung zum Oberkieferknochen tritt[2]. Der gleich am Eingang in die Nasenhöhle auftretende, von C' durch eine deutliche Furche getrennte Vorsprung (a) wird in seinem ventralen Abschnitt vom Os conchae gestützt. — Nach der öfters erwähnten, von Gegenbaur gegebenen festen Umschreibung des Begriffes »Muschel« könnte diese Bezeichnung bei Crotalus höchstens für den Anfangstheil des Wulstes C' in Anwendung kommen. — Die Angabe von Stannius[3], nach welcher Nebenhöhlen der Nase auch bei der Klapperschlange (ähnlich wie bei Crocodilen) vorkommen sollen, wird wohl auf einem Irrthum beruhen. Es wäre wenigstens unstatthaft, die oberhalb C' sich findende Vertiefung so zu bezeichnen, und andere Nebenräume kenne ich nicht.

Auf die an Pelias berus gemachten Beobachtungen kann ich, weil die untersuchten Exemplare ziemlich klein und nicht gut conservirt waren, wenig Gewicht legen. Es schien mir, als ob das hintere Ende des muschelförmigen Wulstes (— nicht gleichbedeutend mit Muschel —), der ähnlich wie bei den vorigen Ophidiern sich verhielt, in eine kurze Spitze sich auszöge; die frei in das Lumen des durch den Wulst abgegrenzten oberen hinteren Raumes hereinragte. Es wird, wie ich weiter unten wiederholen werde, für

---

[1] An einem zweiten Exemplar derselben Species, einem fast reifen Embryo, sah ich auf einem ähnlichen Schnitt einen längeren, von einer einfachen Fortsetzung der Wand gebildeten knorpeligen Vorsprung.

[2] Huxley, l. c. pag. 203.

[3] Stannius, Lehrbuch u. s. w. pag. 196, Anm. 2.

spätere Untersuchungen von Bedeutung sein, dass LEYDIG[1]) bei Vipera berus (var. prester) eine Nasendrüse mit Bestimmtheit nicht nachweisen konnte. — Einen zweiten (vorderen) Vorsprung, den SCARPA[2]) von »Vipera« abbildet, habe ich ebenfalls gesehen. Ich glaube nicht, dass er ausschliesslich auf Rechnung des Os conchae kommt. Ihn als Muschel zu bezeichnen, wie SCARPA[3]) es that, ist sicherlich unstatthaft. Man müsste dann ebenso den von Crotalus abgebildeten Vorsprung (*a*) dafür ansehen. — Dagegen kann ich für Python tigris genauere Angaben machen. Die äussere Nasenöffnung erweitert sich nach vorn und unten zu einer blindsackartigen Ausbuchtung, die noch vom Integument ausgekleidet wird. Sie setzt sich nach innen, einen Vorsprung (Fig. 1 *a*) umgreifend, in einen in senkrechtem Durchmesser höheren, und in seinem ventralen Abschnitt auch transversal erweiterten Hohlraum fort. Der untere weitere Abschnitt zum Theil von einem Wulst (*C'*) überwölbt, communicirt durch die Choane mit der Rachenhöhle. Der dorsale Abschnitt wird in seinem vorderen Theil durch die knorpelige Einbuchtung (*C'*), welche kurz vor Beginn der Choanen mit einem stumpfen Fortsatz (*c*) endigt, verengt, weist aber dafür gegen den Grund der Nasenhöhle eine durch einen Vorsprung (*b*) nur unvollkommen halbirte Erweiterung auf. Nach Wegnahme des an dieser Stelle wesentlich vom Os praefrontale und der knorpeligen Nasenkapsel gebildeten Daches dieser Ausbuchtung stellt sich dieselbe als ein weit nach vorn sich erstreckender Nebenraum der Nasenhöhle dar. (Fig. 2 *S' S''*). Es zeigt sich, dass der bei der Ansicht von innen (Fig. 1) sichtbare, mit *b* bezeichnete Vorsprung von einer wenig nach abwärts geneigten Lamelle mit freiem, umgekremptem Rande gebildet wird, welche allmälig an Höhe abnehmend, das blindgeschlossene Ende des Sinus nicht erreicht. Es drängt sich hier die Frage auf, ob diese Ausbuchtung an der Geruchswahrnehmung participire. Da VOGT[4]) den Nervus olfactorius nicht verfolgt hat, will ich meine Beobachtungen, soweit sie nach einmaligem Präpariren auf Zuverlässigkeit Anspruch machen können, hier folgen lassen. Die Hauptmasse der Fasern verbreitet sich am Septum, ein kleinerer

---

[1]) LEYDIG: Ueber die Kopfdrüsen einheimischer Ophidier. Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. IX. pag. 618.

[2]) A. SCARPA, Anatom. disquis. de aud. et olf.

[3]) Es ist dies die »kleinere Muschel« SCARPA's.

[4]) C. VOGT, Zur Neurologie von Python tigris, in MÜLLER's Archiv, Jahrg. 1839, pag. 41.

Theil gehört dem medialen Theil der Hinterwand der Nasenhöhle an. Eine dritte Partie der Fasern des Riechnerven verläuft längs des Daches der Nasenhöhle eine Strecke weit nach vorn, um jenseit der Führungslinie *C'* (Fig. 1) am vordern obern Theil des muschelförmigen Gebildes zu endigen. Der hintere Abschnitt desselben, die frei in den Nebenraum ragende Lamelle, sowie die übrige Wandung dieses Raumes scheinen von der Geruchswahrnehmung ausgeschlossen zu sein.

Bisher wurde das mit *C'* bezeichnete, der lateralen Nasenwand angehörige Gebilde nicht als Muschel bezeichnet. Mit Recht ist es unterblieben, wenn wir es hier nur mit einer »blossen Einbuchtung der Wand der Nasenhöhle« (Gegenbaur) zu thun haben. »Will man, äussert sich der genannte Autor [1]), die Bezeichnung »Muschel« auf eine Vorsprungsbildung der Nasenhöhle im Allgemeinen übertragen, gleichviel wie die Wand der Nasenhöhle sich dazu verhält, so können auch noch andere Theile darauf Anspruch machen und der Begriff büsst an seiner Bestimmtheit ein und geht verloren«. Die Muschel der Eidechsen und Schlangen besitzt nun nach Gegenbaur die Merkmale, die sie als solche kennzeichnen. Python wurde von ihm nicht untersucht: es handelt sich also jetzt darum, sie hier aufzufinden.

Das mit *C'* bezeichnete Gebilde kann offenbar nach dem Gesagten k e i n e n Anspruch darauf machen, »Muschel« in strengem Sinne zu heissen. In seinem vordersten Abschnitt, wie schon erwähnt, vom lateralen Fortsatz des Os conchae medial überlagert, ragt es weiter nach rückwärts, nur von der Schleimhaut bedeckt, freier in das Lumen der Nasenhöhle herein. Querschnitte lehren, dass eine einfache Faltung oder Einbuchtung der lateralen Wand hier vorliegt, durch welche die Nasendrüse in grosser Ausdehnung umschlossen wird. Diese Lagerungsbeziehung war schon Stannius bekannt. In seinem »Lehrbuch« [2]) berichtet er darüber: »Die Nasendrüse der Schlangen — liegt zwischen dem Oberkieferbeine und der Seite der Nasenhöhle, bisweilen, wie bei Python, umschlossen von einer in die Nasenhöhle vorragenden Einstülpung des Nasenknorpels«. Auf Fig. 3, auf welcher auch die Nasendrüse (*d*) angedeutet ist,

[1]) l. c. pag. 15.

[2]) l. c. pag. 196. Anmerk. 4. — Bezüglich der Nasendrüse einheimischer Ophidier verweise ich auf Leydig (l. c.); sie ist von ihm bei Arten von Tropidonotus, Coronella, Coluber genau untersucht worden.

erscheint nun aber ein anderes Gebilde (*C*), das als eine freie in den Hohlraum *S*. der mit der Nasenhöhle communicirt, hereinragende Knorpelplatte bei Entscheidung der Frage nach der Muschel wohl in Betracht kommen muss. Es ist dies die bereits beschriebene lamellöse Fortsetzung des Vorsprungs *b*, die in Fig. 2 mit *b'* bezeichnet in dem dort abgebildeten Nebenraum sich vorfindet. Der in Fig. 3 dargestellte Querschnitt ist in der Führungslinie *C'* (Fig. 1) angelegt.

Ohne Zweifel liegt hier eine Muschelbildung im Sinne GEGENBAUR's vor, d. h. eine »frei einragende Lamelle«, die von einer »einfachen Fortsetzung des Skeletes der Wand« dargestellt wird. Ich verweise zur Begründung dieser Behauptung auch auf die Schilderung und Abbildung der »Muschel« von Lacerta ocellata[1]). Hier findet sich eine »Erweiterung der Nasenhöhlenwand«, in welche das »gekrümmte Ende« des »frei hervorragenden Abschnittes« sich hineinlegt. Diese Erweiterung entspricht offenbar dem bei Python geschilderten Raum[2], nur dass dieser viel weiter in der Richtung nach vorn sich ausgebuchtet hat. Damit im Zusammenhang hat auch die freie Lamelle *C* eine etwas veränderte Richtung und Configuration erhalten; aber sie entspricht dem in GEGENBAUR's Fig. 3 mit *c* bezeichneten Abschnitt. — Wenn soeben eine Muschelbildung[3]) im Sinne GEGENBAUR's bei Python erkannt und mit dem Verhalten eines Saurier's verglichen wurde, so möchte ich doch damit — vorläufig wenigstens — nicht ausgesprochen haben, dass diese Bildung nun auch der Muschel der Crocodile und Vögel homolog sei. Ich constatire nur das Bestehen einer Bildung, die man nach GEGENBAUR's Definition als Muschel erklären muss. Es ist zwar im hohem Grade wahrscheinlich, dass sie der Muschel der Crocodile und Vögel homolog zu setzen sein wird; denn auf die Verschiedenheit der Richtung (bei den letztgenannten Thieren dem Septum zugewendet, bei Lacerta, Ameiva und anderen Sauriern nach hinten und aussen, bei Python

---

[1]) l. c. pag. 2.

[2]) Weiter oben wurde dieser Nebenraum als von der Versorgung durch Olfactorius-Fasern ausgeschlossen dargestellt. Ich muss hier darauf aufmerksam machen, dass aus LEYDIG's Angaben über Saurier nicht hervorgeht, dass auch dort die gedachte Ausbuchtung von der Vertheilung der Olfactorius-Bündel frei bleibt.

[3]) Das in Fig. 1 mit *c* bezeichnete, einen Fortsatz darstellende Ende des Wulstes *C'* stellt nicht etwa das Rudiment einer zweiten Muschel dar, sondern zeigt sich auf Querschnitten als eine einfache Einragung des unteren freien Randes der seitlichen Wand der Knorpelkapsel.

fast gerade nach aussen) wird nicht viel Werth zu legen sein. Dagegen scheinen mir, wie am Schluss dieser Arbeit wiederholt berührt werden wird, gewisse entwickelungsgeschichtliche Thatsachen erst aufgeklärt werden zu müssen, ehe jeder Zweifel an der Zulässigkeit der erwähnten Homologie hinfällig sein wird. Was bis jetzt über die Entwickelungsgeschichte der »Muschel« der Ophidier bekannt ist, wird sich wohl auf die kurze Notiz Rathke's in seinem bekannten Werk über die »Entwickelungsgeschichte der Natter« reduciren. In der zweiten Entwickelungsperiode, die Rathke von der vollendeten Bildung der »Kiemenöffnungen bis zur Zeit der Verschliessung aller dieser Oeffnungen« rechnet, ist von einer derartigen Bildung Nichts zu bemerken. Eine Anlage findet sich erst in der folgenden (dritten) Periode (»von dem gänzlichen Verschwinden der Schlundöffnungen bis zu der Färbung der Hautbedeckung«). Es erhält nämlich »die nach aussen gekehrte Wandung eines jeden von der Riechhaut gebildeten Säckchens eine nach der Länge desselben verlaufende ziemlich lange und nur wenig breite Einbuchtung, durch welche eine Nasenmuschel angedeutet wird [1]«. Diese ziemlich allgemein gehaltene Schilderung Rathke's gibt über das Verhalten des stützenden Knorpels keinen genaueren Aufschluss.

An diese Beschreibung der bei Schlangen vorkommenden Nasenmuscheln im echten und unechten Sinne will ich eine Bemerkung knüpfen, die, weil es sich um ein, wie es scheint, noch unbekanntes knorpeliges Gebilde handelt, das ebenfalls in Beziehung zur Nasenwandung steht, hier mitgetheilt zu werden verdient. Ich habe es bei Python tigris gefunden. Bei Betrachtung des Bodens der Nasenhöhle von unten sieht man an wohl conservirten Exemplaren von Python nach hinten von den Mündungen der Jacobson'schen Organe eine anfangs unpaare, ziemlich breite Falte, die durch eine Vertiefung vom Gaumenbein getrennt, nach hinten in zwei Schenkel auseinanderweicht, welche die Choanen jederseits lateral umgreifen. Sie wird durch je eine säbelförmige — in einem mir vorliegenden Präparate 18 Mm. lange — Knorpellamelle gestützt, die nur von der Rachenschleimhaut überzogen und auf diese Weise äusserlich mit der der anderen Seite zu der erwähnten unpaaren Falte vereinigt ist. Die Knorpellamelle geht jederseits nach vorn in den Knorpel des Jacobson'schen Organes über. Auf Querschnitten erscheint die Substanz derselben bald in continuirlichem Zusammenhang, bald durch

[1] l. c. pag. 145.

eine Lücke getrennt, um dann wieder vereinigt aufzutreten. Ein gleiches Gebilde scheint nicht allen Schlangen zuzukommen, und ist, wenn es vorhanden, häufig wohl reducirt. So erwähnt LEYDIG [1], der bei Tropidonotus natrix das JACOBSON'sche Organ genau untersucht hat, von dieser Species Nichts derartiges. (Bei einem Saurier, Hemidactylus verruculatus, habe ich in einer lateral von der Choane befindlichen Falte ebenfalls hyalinen Knorpel gesehen, der auf einer Anzahl von Querschnitten vollkommen isolirt erschien. Ueber einen etwaigen Zusammenhang mit andern knorpeligen Partien kann ich zur Zeit keine weiteren Angaben machen, sowie ich auch eine Deutung des Befundes zu geben vorläufig unterlasse.)

Saurier.

Den Reptilien spricht GEGENBAUR den Besitz eines »Vorhofs der Nasenhöhle« und einer »Vorhofsmuschel« ab; sie unterscheiden sich nach ihm dadurch von den Vögeln, welchen beide Einrichtungen zukommen, und zwar liegt bei den letzteren der Boden dieses Vorhofs »stets in einem andern Niveau als der dahinter befindliche (Raum), welcher höher gelagert ist [2]«. Eine Vorhofsmuschel fehlt den Reptilien ohne Zweifel. Ebensowenig existirt nach den bisherigen Erfahrungen ein vorderer Abschnitt der Nasenhöhle, der solche Lagerungsbeziehungen zu einem dahinter gelegenen zweiten Raume hätte. Wohl aber findet sich bei Repräsentanten der Saurier ein vorderer selten geradlinig verlaufender Abschnitt, der etwas höher gelegen und von engerem Lumen ist, als der darauf folgende Raum. Ihn kann man als »Vorhof« bezeichnen, wie er denn auch von LEYDIG in seinem Saurierwerk [3] bei Lacerta und Anguis als eine besondere Abtheilung, wenn auch mit etwas anderer Bezeichnung unterschieden wird. Hier wird eine »äussere Nasen- oder Vorhöhle« und eine von ihr durch eine bestimmte Grenze (hinterer Rand des Os conchae) abgetrennte »innere Nasenhöhle« aufgeführt. Beide communiciren mit einander durch eine Oeffnung »von rundlicher Form«. Mangel an Drüsen — nur der Ausführungsgang der Nasendrüse mündet hier —, Verwandtschaft des Epithels mit der gleichen Schicht des Integuments, endlich Auftreten von Trigeminusfasern werden

[1] l. c. Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. VIII.
[2] l. c. pag. 18.
[3] l. c. pag. 92 flgd.

als characteristisch für erstere angegeben, dem gegenüber die zahlreich vorhandenen Drüsen, sowie die Verschiedenheit der Epithelialauskleidung der »inneren Nasenhöhle«, die ausserdem [1]) den ausschliesslichen Verbreitungsbezirk des Nervus olfactorius darstellt, als wichtige Sonderungsmerkmale Beachtung fordern. Die genaue Schilderung mag im Originale nachgesehen werden.

Eine Vorhöhle oder einen Vorhof finde ich auch, und zwar noch schärfer umschrieben bei einem Leguan von unbestimmter Species (Fig. 5). Erstlich ist ein beträchtlicher Niveau-Unterschied zwischen den beiden Abschnitten des Cavums der Nasenhöhle zu constatiren. Die Vorhöhle (in dem vorliegenden Falle 12 Mm. lang) steigt nämlich von der äussern Nasenöffnung anfangend ziemlich steil in die Höhe, so dass das Ende derselben 6 Mm. über dem tiefsten Punct der äussern Nasenöffnung sich befindet. Vom Ende der Vorhöhle gelangt man senkrecht hinab in den inneren Raum (in Fig. 5 dargestellt), dessen Boden noch unter dem Niveau der äusseren Nasenöffnung liegt. Diese Differenz stellt sich also noch etwas höher, als die Steigung der Vorhöhle beträgt. Zweitens ist die letztere bedeutend enger als der innere Nasenraum, sowohl im queren, als im senkrechten Durchmesser. Die verticale Ausdehnung ist übrigens im lateralen Abschnitt bedeutender, als im medialen, da parallel mit der Medianlinie ein Längswulst am Boden des Vorhofs hinzieht. Ganz ähnliche Verhältnisse finde ich auch bei Chamaeleo africanus. Auch hier begegnet man einem engeren, aufsteigenden, nach Wegnahme seines Daches *S*-förmig sich darstellenden Vorhof, dessen inneres Ende beträchtlich höher als der Boden der inneren Nasenhöhle gelagert ist. Letztere unterminirt gewissermassen den Boden des Vorhofs, indem sie unter demselben nach vorne sich ausdehnt, was in geringerem Grade auch bei dem Leguan der Fall ist. In Fig. 6 ist die Nasenhöhle von Chamaeleo durch einen der Medianebene nahezu parallelen Schnitt und Wegnahme der lateralen Schnitthälfte eröffnet dargestellt. Man sieht einen Theil der Vorhöhle (*v*), den medialen Theil des inneren Raumes (*i*) und auf dessen Boden die vorn weitere, nach hinten spaltförmig sich verengende Choane (*ch*). Auch am knorpeligen Dach der Nasenhöhle kann man eine Andeutung einer Abgrenzung eines vorderen und hinteren Abschnittes wahrnehmen. Nach Abtragung des Integuments vom Dache der Nasengegend liegt eine beträchtliche Strecke der knorpeligen Kapsel frei zu Tage. Am

[1]) Vom Jacobson'schen Organ abgesehen.

macerirten Schädel erscheint diese Stelle natürlich als vollkommene Lücke, deren knöcherne Umgebung längst beschrieben ist. Diese freiliegende Knorpelplatte wird durch eine seichte, quer verlaufende Furche in zwei mässig gewölbte Bezirke getheilt, von denen der vordere die Decke der Vorhöhle darstellt[1]. Auch bei Hemidactylus (H. verruculatus bemerkt man einen ziemlich markirten Niveau-Unterschied in dem bekannten Sinne zwischen dem vorderen und hinteren Nasenabschnitt. Beide Räume sind noch deutlicher durch die Differenz ihres Lumens geschieden: schmal und niedrig der erste, tiefer und namentlich breiter der zweite. Durch Verschiedenheit der Weite zeichnen sich beide Abschnitte auch bei Tropidurus (sp?) aus, ohne dass erhebliche Niveaudifferenzen vorhanden wären. Der innere Raum erstreckt sich hier noch eine Strecke weit lateral von der Vorhöhle nach vorn.

Bei allen bisher beschriebenen Sauriern fanden sich, ähnlich wie es Leydig bei Lacerta constatirte, mehr oder weniger enge Communicationsöffnungen zwischen einem vorderen und hinteren Abschnitt, die wir unbedenklich als unter einander homolog ansehen dürfen. Dabei ist es natürlich von untergeordneter Bedeutung, ob die Ränder dieser Oeffnung dem Längsdurchmesser des Schädels parallel sind, wie z. B. beim Leguan (Fig. 5) oder transversale Richtung haben (z. B. bei Lacerta), oder schiefe (bei Chamaeleo). Nach rückwärts von

---

[1]) Ein Nickhautknorpel, wie ihn Leydig (Saurier) zuerst von Lacerta und Anguis fragilis beschrieben hat, ist meines Wissens bis jetzt von Chamäleo nicht bekannt gewesen. Stannius, der das Vorkommen eines Nickhautknorpels bei Sauriern überhaupt noch nicht gekannt hat, spricht nur von einer »spurweise vorhandenen« Nickhaut der Chamäleonten. Es kann damit nur eine nach Wegnahme des ringförmigen Augenlides etwa sichtbare Falte gemeint sein, deren Vorhandensein ich nicht mit Sicherheit bestätigen kann. Ich bin auf die fragliche Knorpelspange, die ich später bei mehreren Exemplaren wiederfand, erst bei Herausnahme der Harder'schen Drüse aufmerksam geworden. An einem gut conservirten Exemplar erschien dieselbe als ein der Drüse aufliegendes horizontal gelagertes Stäbchen aus Hyalinknorpel von ca. 6‴ Länge und bräunlichrother Färbung. — Schon Rathke (Entw. d. Natter pag. 139) hebt die »Aehnlichkeit« des in der Anlage »ringförmigen« Augenlides der Natter mit dem fertigen Lidapparate des Chamäleons hervor. Mit dem Nachweis eines Nickhautknorpels entfernt sich letzterer beträchtlich von dem der Schlangen, denen die Knorpelspange fehlt. Ich habe sie auch beim Leguan gesehen, bei Hemidactylus verruculatus dagegen vergebens gesucht. Es ist letzteres bemerkenswerth, weil es zusammenfällt mit einer an die Ophidier erinnernden Anordnung des Lidapparats.

dieser Oeffnung dehnt sich der dadurch scharf umschriebene innere Nasenraum aus. Hier muss auch die Muschel[1]) gesucht werden.

Was zunächst die Muschel von Lacerta und Anguis anbetrifft, so verweise ich auf die öfter citirten Beschreibungen von Gegenbaur und Leydig. Etwas länger muss ich bei der durch erstgenannten Autor bekannt gemachten Muschel von Uromastix verweilen, weil grosse Aehnlichkeit mit der des Leguan[2]) obwaltet. Der »wulstförmige, in einem nach oben offenen Halbkreise gekrümmte Vorsprung« von Uromastix findet sich ganz ähnlich auch hier (Fig. 5 *C'*). Freilich umschliesst er hier nicht blos eine »Vertiefung«, wie Gegenbaur es von ersterem angibt, sondern die schon erwähnte Communicationsöffnung (*o*) beider Nasenräume. Gegenbaur deutet den Vorsprung, der »in der hinteren Hälfte der Nasenhöhle« liegt, als Muschel. Die vordere Hälfte erscheint bei Uromastix »mehr als ein engerer Canal«. Trotzdem auch in diesem Puncte beide Saurier übereinzukommen scheinen, trage ich doch mit Rücksicht auf die oben berührte Differenz Bedenken, das bei beiden auftretende Verhalten ohne eigene Untersuchung von Uromastix als gleichwerthig anzusehen. Es wird sich zeigen, dass der Wulst *C'* in Fig. 5 nicht als echte Muschel gelten kann. Legt man einen senkrechten Schnitt durch denselben unmittelbar hinter der Communicationsöffnung (*o*), so erscheint als Stütze dieser Einbuchtung eine nahezu rechtwinklig geknickte Knorpellamelle, deren Schenkel sich nahezu der Senkrechten, beziehungsweise der Horizontalen nähern. Am Scheitel des Winkels zeigt sich eine knopfförmige, stumpfe Anschwellung. Weiter gegen den Grund der Nasenhöhle wird die Figur des Knorpels auf dem Querschnitt die eines *U*; innerhalb dieser gebogenen Knorpelplatte liegt eine Drüse. Die Formänderung des Querschnitts der Knorpellamelle ist bedingt durch das Auftreten eines Zwischenraums, der zwischen dem Wulst *C'* und der seitlichen Nasenwand nach aufwärts dringt und nach unten in das hintere Ende der Choane übergeht.

---

[1]) Grant's Angaben (Lectures on comp. anatomy. Publ. in the Lancet for 1833—4. Vol II. pag. 615) über die Muscheln der »Saurier« beziehen sich wohl auf die Crocodilier, über deren von Cuvier fälschlich aufgestellte, »obere Muschel« weiter unten gesprochen werden soll. Es heisst bei Grant nach Abhandlung der Schlangen, denen er »rudimentary turbinated bones« zuerkennt, folgendermassen: »The olfactory cavity is increased in the sauria, where the turbinated bones begin to be strengthered by ossific matter and to assume a more convoluted form«.

[2]) Vergl. Owen's Schilderung von Iguana.

Ich will noch hinzufügen, dass der kürzeste Weg, auf dem man in den spaltenförmigen Anfangstheil der Choane gelangt, von der Communicationsöffnung *o* über den vorderen Abschnitt des Wulstes *C'* hinweg, gerade nach abwärts führt. *C'* kann nicht als wirkliche Muschel aufgefasst werden, weil wir, soviel ich gesehen habe, eine Einbuchtung der Knorpelwand, aber keine »einfache Fortsetzung des Skelets der Wand« (GEGENBAUR) als feste Grundlage des Gebildes vor uns haben.

Ein eigenthümlicher Befund ergab sich bei Untersuchung eines Exemplars von Ameiva vulgaris. Von der lateralen Wand ragen zwei muschelähnliche Gebilde in das Lumen der Nasenhöhle herein, welche durch eine senkrecht verlaufende Furche unvollkommen von einander getrennt werden. Man bekommt eine Vorstellung dieses Verhaltens, wenn man sich etwa an der Grenze des vorderen und mittleren Drittels der Muschel von Lacerta ocellata (s. die Abbildung von GEGENBAUR) die Furche verlaufend denkt. Beide Abschnitte scheinen sich freilich als zusammengehörig durch den Umstand zu erweisen, dass unter beiden der zum Rachen führende hintere Nasengang hinwegzieht. Fertigt man aber eine Anzahl von Querschnitten an, so zeigt sich ein an verschiedenen Orten verschiedenes Verhalten der knorpeligen Stütze. Schnitte durch den vor der Furche gelegenen Theil lassen als festes Gerüste eine nach abwärts gekrümmte, einfache Fortsetzung der Knorpelwand erkennen. Schneidet man hinter der Furche ein, so erhält man das Bild einer etwas eckigen Einbuchtung der knorpeligen Wandung, an deren lateralem Umfang eine Drüse lagert. Der Uebergang wird dadurch vermittelt, dass erstens die allmälig nach abwärts rückende einfache Lamelle niedriger wird, und zweitens die sie tragende Partie der Wand eine mehr und mehr tiefer werdende Einstülpung erleidet. Die Lamelle selbst stellt schliesslich nur einen nach unten gerichteten Fortsatz der Einbuchtung dar, um endlich ganz zu verschwinden. Das hintere freie Ende des oben als muschelähnlich bezeichneten Gebildes verhält sich wie bei Pseudopus (P. serpentinus). Hier wie dort legt sich dieses freie Ende einer muschelähnlichen Einbuchtung, eine einfache wandständige Einragung darstellend, in eine seitliche Vertiefung der Nasenhöhle; diese Partie kann unbedenklich als Muschel gelten[1]).

[1]) In welches Verhältniss der vor der Furche gelegene Abschnitt des muschelförmigen Gebildes bei Ameiva, der ebenfalls eine einfache Einragung

Eine echte Nasenmuschel kommt demnach Lacerta (Gegenbaur) Ameiva und Pseudopus zu, also Sauriern, bei denen gleichzeitig auch der Niveau-Unterschied der beiden Abschnitte der Nasenhöhle nur gering ist. Auf der anderen Seite konnte beim Leguan, wo das Ende der Vorhöhle hoch über dem Boden des inneren Nasenraumes lag, eine eigentliche Muschel nicht erkannt werden; ebenso vermisse ich sie bei Chamaeleo, wo ähnliche Verhältnisse bezüglich der Lagerungsweise beider Abschnitte zu einander vorhanden sind. Ich begnüge mich, bis ich weiteres Material untersucht haben werde, mit dieser Gegenüberstellung.

Zum Schluss dieses Capitels über die Saurier noch einige Worte über den Thränencanal und dessen Umgebung. Von Lacerta heisst es bei Leydig[1]: »Eine Borste in das Lumen der Thränencanäle eingeführt, gelangt in die Nasenhöhle«. Den Ort, wo die Nasenmündung derselben zu suchen sei, finde ich nicht genauer angegeben. Bei Pseudopus mündet, wie man durch Sondiren ermitteln kann, der Thränennasengang unter der Muschel etwas vor der Mitte derselben; bei Chamaeleo und Tropidurus nach kurzem Verlauf am lateralen Umfang des inneren Nasenraumes. An der Bildung der Wand des Thränencanals betheiligt sich bekanntlich auch der Knorpel der Nasenkapsel. Weniger beachtet dürfte es sein, dass ein knorpeliger Fortsatz derselben am Boden der Orbita, bald frei zu Tage liegend, bald von Knochen mehr oder weniger vollständig umschlossen, noch über den Anfang des Canals sich hinauserstreckt. Ich habe ihn bei Lacerta ocellata, L. viridis, bei Chamaeleo und Tropidurus gesehen. Das Gemeinsame dieser Bildung lässt sich folgendermassen wiedergeben: Es handelt sich um einen soliden Knorpelfortsatz, der am hinteren freien Ende nur aus wenigen Knorpelzellen bestehend nach vorne zu breiter wird und sich mit seinem grössten Durchmesser allmälig mehr senkrecht stellt, bis seine Verschmelzung mit der lateralen Nasenwand ihn als einen nach unten und nur wenig nach aussen gerichteten Fortsatz des hinteren unteren Abschnitts derselben erscheinen lässt, der die mediale Wand des Thränennasengangs darstellt.

---

darstellt, zur eben aufgestellten eigentlichen Muschel gesetzt werden muss, wage ich noch nicht zu entscheiden. Vergl. oben Crotalus.

[1]) l. c. pag. 83.

Crocodilier.

Zur Untersuchung diente ein sehr junges Exemplar von Crocodilus niloticus. Zunächst möchte ich hier der von den Anatomen längst gewürdigten Thatsache kurz gedenken, dass Individuen verschiedenen Alters bedeutende Grössendifferenzen des vorderen Schädelabschnitts und dem entsprechend auch der Nasenhöhle erkennen lassen. Carus[1]), der den Schädel des Crocodils als Paradigma der Schädelform der »Eidechsen« genauer schildert, bemerkt: »die Antlitzknochen sind in grössere Individuen sehr lang nach vorn ausgezogen (in jungen Exemplaren weit weniger)«. Rathke[2]) fand bei einem Embryo von Alligator lucius, der bis zu einer Länge des Kopfes von 7‴ schon ein weit vorgeschrittenes Kopfskelet besass, die Nasenbeine »verhältnissmässig viel kürzer, als etwa bei den Erwachsenen. Auch die Oberkiefer- und Zwischenkieferknochen hatten wegen der nur kurzen Schnauze eine relativ viel geringere Länge als in einem mit vorgerücktem Lebensalter«. Ich habe den trockenen Schädel eines erwachsenen Nilcrocodils mit dem oben erwähnten und einem zweiten etwas älteren Individuum derselben Species verglichen und dabei je zwei Entfernungen berücksichtigt: einmal die Grösse der Entfernung von der Spitze des Zwischenkiefers zur Spitze des Condyl. occipit., und dann von dem erstgenannten Punct zum hintern, freien Rand des Thränenbeins. Am erstgenannten Schädel fand ich als Ausdruck der betreffenden Distanzen die Zahlen 38 für die erste und 25 (Centimeter) für die zweite; am jüngsten Thier dagegen 5,5 Cm. und 2,7 Cm.; an dem etwas älteren 9,2 Cm. und 5,0 Cm. Setzt man die Gleichung 5,5 : 2,7 = 38 : x, so ergibt sich als Resultat die Ziffer 18,7; die zweite Gleichung (9,2 : 5,0 = 38 : x) lässt als Werth für x 20,7 herauskommen. Die Differenz zwischen der in Wirklichkeit gefundenen Grösse 25 und den durch die Gleichung gewonnenen Werthen veranschaulicht die grössere Wachsthumsenergie des vorderen Schädelabschnitts im Vergleich zur Grössenzunahme des gesammten Craniums.

Die von Gegenbaur gegebene Schilderung der Nasenhöhle von Alligator lucius trifft in allen wesentlichen Puncten auch für das von mir untersuchte jüngste Exemplar von Crocodilus vulgaris

[1]) Carus, Zootomie 1818. pag. 132.

[2]) Rathke, Ueber die Entwicklung und d. Körperbau d. Crocodile. 1866. pag. 35.

zu. Von untergeordneten Abweichungen, die ebensogut auf Rechnung des verschiedenen Alters als der verschiedenen Gattung gesetzt werden können, seien nur einige erwähnt. Die in Fig. 6, Taf. I von GEGENBAUR mit *e* bezeichnete Einbuchtung war hier nicht durch eine quer verlaufende Leiste, welche die Verbindung der Muschel *C* mit dem Vorsprung *c* vermittelt, nach unten abgegrenzt und erschien deshalb weniger vertieft. Ferner war bei Crocodilus die Abgangsstelle der knorpeligen Stützlamelle der Muschel die später gabelig sich spaltet, durch eine Einbuchtung der knorpeligen Nasenwand äusserlich markirt. Darüber gelagerte Deckknochen vervollständigten diese Vertiefung zu einem Canale, in welchem Blutgefässe und Nerven eingebettet lagen. GEGENBAUR hat, wie aus Fig. 6 hervorgeht, diese Einbuchtung ebenfalls gesehen, ohne sie im Texte weiter zu berücksichtigen. Auch bezüglich der Deutung des mit *C* bezeichneten Gebildes als einzige Muschel der Crocodile (— denn der Vorsprung *D* ist die Pseudoconcha —) muss ich, weil sie in Uebereinstimmung mit seiner öfters citirten Definition des Begriffs »Muschel« steht, GEGENBAUR vollkommen zustimmen. Die Bezeichnungen anderer, namentlich knöcherner Theile als Nasenmuscheln, wie sie bei älteren Autoren sich finden, müssen demnach als unrichtig oder ungenau verlassen werden. So hat man die jetzt als Ossa vomeris geltenden Knochen als Muscheln gedeutet[1]) und dem entsprechend den Crocodilen die Pflugscharbeine abgesprochen[2]). Ausser diesen knöchernen Muscheln erkannte man wohl auch »muschelförmige Bildungen des Knorpels« an, so z. B. CUVIER und STANNIUS[3]). Später hat letzterer[4]) eine etwas richtigere Beurtheilungsweise an Stelle der früheren treten lassen. Er spricht »zwei blasige, hohle Einsackungen des knorpeligen Nasengerüstes« als Muscheln an, »deren Grundflächen durch eine gekrümmte Vertiefung geschieden sind«. Dem von ihm als Muschel bezeichneten Gebilde, in deren Nähe er den Thränencanal münden[5]) lässt, wird von GEGENBAUR mit Recht nur der Werth einer einfachen Einbuchtung zugesprochen.

---

[1]) CARUS l. c. pag. 132 und STANNIUS, Lehrb., pag. 156.

[2]) STANNIUS l. c. pag. 164 und MECKEL, Syst. d. vergl. Anat. II, 1. pag. 532.

[3]) l. c. 196. Anmerk. 2 und 4. An dieser Stelle gedenkt Aut. auch zuerst der Nasendrüse der Crocodile.

[4]) Zootom. d. Amphib. pag. 174.

[5]) Vergl. auch RATHKE l. c. pag. 103.

Als zweite Muschel bliebe dann nur GEGENBAUR's einzige Muschel übrig. — Hören wir nun CUVIER. In seinen »Vorlesungen«[1] heisst es vom Siebbeine: »Bei den Crocodilen findet man es wieder mit seiner Siebplatte, seinen seitlichen Flügeln, seinem senkrechten Blatte, seinen Muscheln, aber grossentheils in knorpeligem Zustande«. Ein zwischen Nasale einerseits und dem Praefrontale und Frontale andrerseits, »zuweilen bei den eigentlichen Crocodilen nicht aber bei den Gavial's und Kaiman's)« auftretendes selbstständiges Knochenstück wird an einer früheren Stelle desselben Werkes[2] bezeichnet als »ein sehr kleiner Streifen vom Siebbeine, oder wenigstens von einem seiner verknöcherten Stücke, das an der Decke der Nasenhöhle hängt und einem Theil der oberen Muschel entspricht«. Der erste Theil dieser Behauptung, dass es sich hier um eine Andeutung eines Os ethmoideum handelt, kann wohl zugegeben werden: denn auch bei Vögeln tritt dasselbe »häufig auf der Schädeloberfläche zwischen Nasen- und Stirnbein«[3] auf. — OWEN[4] äussert sich über die Nasenmuschel der Crocodilier, wie folgt: — the pituitary membrane is extended upon a bilobed turbinal, partly bony and partly gristly«. — Zum Schluss mögen RATHKE's[5] Angaben folgen. Er unterscheidet jederseits zwei »äussere« Riechmuscheln und eine »innere«. Die ersteren zerfallen wieder in eine vordere und eine hintere, die beide »Höhlen« umschliessen. Die vordere »Muschel« RATHKE's entspricht der von GEGENBAUR mit *c* (Fig. 6) bezeichneten Einbiegung der knorpeligen Wand, ihre »Höhle« der »Bucht« *e*. Die »hintere äussere Muschel« RATHKE's ist identisch mit GEGENBAUR's Pseudoconcha *D* und deren Höhle mit dem in Fig. 7 abgebildeten Sinus der Pseudoconcha. Der Hohlraum im Inneren dieser Knorpelkapsel wäre nach RATHKE's Vermuthung durch vorhergehende Verdickung der Knorpelsubstanz und folgende »Resorption im Innern« zu Stande gekommen. GEGENBAUR's einzige Muschel wird von dem früheren Autor als »innere« Muschel aufgeführt. »Hinsichtlich ihrer Form und

---

[1] CUVIER, Vorles. Uebers. von DUVERNOY. 1839 I. pag. 642. Der aufgeführte Passus manifestirt sich übrigens durch die einschliessenden Klammern als von LAURILLARD's Hand herrührend.

[2] l. c. pag. 555.

[3] HUXLEY, Handbuch d. Anat. d. Wirbelthiere. pag. 242. Vergl. auch JOH. MÜLLER's Angaben über das »Frontale medium impar« von Coecilia albiventris in TIEDEMANN's und TREVIRANUS Ztschr. f. Physiol. Bd. 4. pag. 215.

[4] R. OWEN, Anat. of vertebr. I. pag. 331.

[5] RATHKE, l. c. pag. 94 figd. Er hat Alligator und Crocodilus untersucht.

ihrer Lagerungsverhältnisse haben die beschriebenen beiden paarigen Tafeln im Verein mit der Riechhaut mit der sie bekleidet sind (?), eine grosse Aehnlichkeit mit den Riechmuscheln der Vögel und Säugethiere im Allgemeinen« (Rathke, l. c. pag. 97 und 98: vergl. auch die Notizen über die Entwicklung dieser »inneren« Riechmuschel, l. c. pag. 99 und 100). Ueber die von demselben Autor geschilderte Nebenhöhle der Nase (Sinus maxillaris) s. u.

Nach der von Gegenbaur ausgeführten Feststellung der einzigen echten Muschel der Crocodilier musste er, dem eigentlichen Ziele seiner Untersuchung nachgehend, an die Erledigung der Frage nach einem etwaigen Zusammenhang des Sinus der Pseudoconcha mit dem Orbitalsinus der Vögel herantreten. Die Aufstellung einer Homologie zwischen beiden Gebilden ist unzulässig, lautet seine Antwort, die sich auf zwei begründende Momente stützt. »Erstlich ist der Sinus in der Pseudoconcha der Crocodile überall von Knorpel umwandet, er liegt in der Knorpelwand der Nasenhöhle selbst, ist somit keine blosse Einbuchtung von aussen her, wie der Riechhügel der Vögel es ist. Zweitens communicirt der Sinus der Pseudoconcha direct mit der Nasenhöhle und nicht, wie der Binnenraum des Riechhügels der Vögel, mit einem ausserhalb der Nasenhöhle gelegenen Sinus«[1]. Es wird sich zeigen, dass der von Gegenbaur aufgestellte Satz seine Gültigkeit behalten wird, so lange die Entwicklungsgeschichte nicht gewisse Thatsachen beigebracht haben wird.

Zunächst muss wohl die Frage erörtertet werden: In welcher Lagerungsbeziehung zur Orbita befindet sich die hintere Wand des Sinus der Pseudoconcha? — Schon Rathke[2] hat darauf bezügliche Angaben gemacht. Der Hohlraum, der am macerirten Crocodilier-Schädel nach vorn von der Orbita sich ausdehnt und anscheinend mit zu ihr gehört, ist bekanntlich am lebenden Thier von Organtheilen ausgefüllt, die mit dem Bulbus und dessen Adnexa nichts zu thun haben. Im lateralen Abschnitt dieses Hohlraums lagern der Hauptmasse nach Theile der Kau-Musculatur, während medial davon der von knorpeliger Wandung umgebene Sinus der Pseudoconcha sich anschliesst. So kommt es, dass dessen hintere Wand — und zwar lateral von dem absteigenden Fortsatz des Os praefrontale zum Abschluss der Orbita nach vorne zu beiträgt.

Nebenhöhlen der Nase von Crocodiliern sind schon lange be-

[1] l. c. pag. 17.
[2] l. c. pag. 96.

kannt. Cuvier, Stannius[1], Owen gedenken ihrer. Rathke[2]) beschreibt den in den Oberkieferknochen eindringenden Hohlraum genauer. Vom knorpeligen Septum geht jederseits ein oberer und ein unterer Fortsatz ab, die jedoch »nicht zu einer gegenseitigen Berührung« kommen, sondern einen Zwischenraum zwischen sich lassen. Er wird ausgefüllt »von einer mässig dicken fibrösen Haut, die in das Perichondrium der beiden beschriebenen Knorpelblätter je einer Seitenhälfte übergeht«. Nach Rathke ist nun zwischen den beiden äusseren Muscheln »die Riechhaut durch die fibröshäutige Verbindung der Knorpelpartien der Nasenhöhle nach aussen vorgedrungen und bildet zusammen mit einem hautartigen Ueberzuge von Bindegewebe einen beutelförmigen Anhang des Geruchsorgans«. In diesen an Exemplaren verschiedener Species in der Grösse von ca. 1—3′ gemachten Untersuchungen betont Rathke ausdrücklich, der Eingang dieser Nebenhöhle sei immer nur eng gewesen. Nach der am jüngsten Exemplar von Crocodilus angestellten Zergliederung kann ich folgende Angaben machen. Abgesehen von dem Sinus der Pseudoconcha fanden sich zwei vollkommen von einander getrennte Hohlräume vor, in die man von der Nasenhöhle her durch ziemlich weite Lücken gelangte. Die Zugangsöffnung für den ersten (hinteren) dieser Räume lag ventral von dem Eingange zur Pseudoconcha, von diesem durch einen Vorsprung der knorpeligen Wand getrennt; sie führt in einen Hohlraum Fig. 7*m*, der von wenig ausgebuchteter knöcherner Wandung eingeschlossen in der Richtung nach vorn gegen die Schnauzenspitze sich ausdehnte. Den zweiten weiter gegen den Anfangstheil der Nasenhöhle gelegenen Hohlraum finde ich mit einer ebenfalls geräumigen Oeffnung in Verbindung mit dem Cavum derselben; der Zugang liegt noch vorne von der Mündung des Thränencanals. Er stellt einen Blindsack dar, dessen Ausdehnung wesentlich nach rückwärts, also dem vorigen entgegen, gerichtet ist. Ein schwaches knöchernes Septum trennt beide von einander.

Wie verhält sich nun der Sinus der Pseudoconcha zu den eben beschriebenen Hohlräumen? Functionell müssen sie offenbar auf gleiche Stufe gestellt werden; denn Geruchsempfindung findet in keinem derselben statt, und der Umstand, dass in dem einen Fall Knorpel, im andern Knochen das Material für die Umgrenzung abgibt.

---

[1]) Lehrbuch pag. 196.

[2]) l. c. pag. 98.

ist hierfür ganz gleichgültig. Anders, wenn man vom morphologischen Gesichtspunct die Sache betrachtet. Handelt es sich, wie hier, darum, mehrere ähnliche Hohlräume mit einander zu vergleichen und unter ihnen denjenigen Zustand herauszufinden, der als der ursprünglichere gelten muss, von dem die übrigen sich ableiten lassen, so wird als solcher einzig und allein der Sinus der Pseudoconcha in Betracht kommen. Denn seine Wandungen werden ringsum von Theilen der primordialen knorpeligen Nasenkapsel gebildet. Für die beiden übrigen nach vorne sich anschliessenden Sinus, die beim ausgebildeten Thier als Aushöhlung darüber gelagerter Knochen sich darstellen, liesse sich nun das beim Sinus der Pseudoconcha vorhandene Verhalten als das ursprüngliche denken, nicht aber umgekehrt. Mit andern Worten: Man kann sich die beiden vorderen Sinus recht wohl vorstellen als zu Stande gekommen durch eine Ausbuchtung der knorpeligen Seitenwand der Nasenkapsel, die im Laufe der Phylogenie allmälig den jetzigen Zustand (wie wir ihn vom ausgebildeten Thiere kennen gelernt haben) angenommen hat. Unmöglich aber dürfen wir das Verhalten derselben als Ausgangspunct nehmen, von dem aus der Sinus der Pseudoconcha zu beurtheilen wäre.

Nachdem somit das Verhältniss der mit der Nasenhöhle communicirenden Hohlräume zu einander festgestellt ist, wird es sich fragen, ob nicht etwa die Ontogenie zu irgend einer Zeit der Entwickelung einen vorübergehenden Zustand der beiden vorderen Sinus erhalten hätte, der sie als einfache seitliche Ausbuchtungen der primordialen Nasenkapsel erscheinen liesse, die erst später durch Rückbildung des Knorpels Deckknochen zur Wandung erhielte. Es wäre, mit anderen Worten, der Nachweis zu versuchen, ob nicht die fibröse Verbindung zwischen den obern und untern knorpeligen Fortsatz des Septums, »die in das Perichondrium der beiden beschriebenen Knorpelblätter zu einer Seitenhälfte übergeht« (Rathke, in irgend einer Entwickelungsperiode ebenfalls knorpelig angelegt ist. Vielleicht finden sich an Embryonen, die jünger sind als die von Rathke untersuchten, Anhaltspuncte dafür, was sicherlich von nicht geringem Interesse wäre. Denn damit wäre auch die Möglichkeit, den Orbitalsinus der Vögel mit dem Sinus der Pseudoconcha der Crocodilier verknüpfen zu können, bedeutend näher gerückt. Nur dann freilich könnte es unbedenklich geschehen, wenn an Vogelembryonen im ganzen Umfang der Wandung des Orbitalsinus oder wenigstens an einem grossen Theil derselben Knorpel als vorübergehende Bildung beobachtet worden wäre.

Schildkröten.

Die Bemerkung von STANNIUS [1], dass die Nasenhöhle der Crocodilier und Chelonier unter den Reptilien durch muschelförmige Bildungen am »zusammengesetztesten sei«, darf wohl nicht für alle Glieder der letztgenannten Gruppe Geltung beanspruchen. Bei Chelonia Cauana hat GEGENBAUR die Vorsprünge, an deren Bildung der Ethmoidalknorpel sich betheiligt, genau untersucht: hier verleihen diese Gebilde in der That dem Binnenraum des Geruchsorganes ein complicirtes Aussehen. Dagegen zeichnet sich Emys europaea durch geringe Entwickelung der Sculptur an der Innenfläche der Nasenwände aus, ein Verhalten, das nicht ohne Weiteres durch die Annahme einer Rückbildung ursprünglich complicirterer Gestaltung sich erklären lässt.

Ich hatte Gelegenheit zwei Exemplare von Emys europaea [2] frisch zu untersuchen und will deshalb kurz der Farbendifferenzen gedenken, welche die auskleidende Membrana darbietet. Während der Naseneingang [3] hellgelb gefärbt erscheint, tritt weiter nach innen zu eine schwarzgraue Pigmentirung auf, die jedoch nur den untern Theil der Nasenhöhle (die Regio respiratoria) einnimmt und ebensowenig über das Ende des Naseneingangs hinausgreift. An der Grenze des unteren und mittleren Drittels des Septums ragt jederseits frei in die Nasenhöhle ein leistenartiger von oben nach unten senkrecht sich erstreckender Vorsprung, vom Knorpel der Nasenscheidewand gebildet; daher man auf Horizontalschnitten durch das Septum ein deutliches Knorpelkreuz zu Gesicht bekommt. Man kann diesen Vorsprung als eine freilich unvollkommene Grenze zwischen zwei Abschnitten der Nasenhöhle betrachten: ein vorderer kleinerer Raum scheidet sich dadurch von einem grösseren weiter nach hinten gelegenen. Nach dem, was ich ermitteln konnte, muss ich diesen knorpeligen Fortsatz als die einzige derartige Bildung erklären, denn die gleich zu beschreibenden Hervorragungen der lateralen Wand müssen davon gesondert werden. Es wird nämlich dieselbe durch ein System von

---

[1] Lehrb. pag. 196, Anmerk. Sie findet sich übrigens in der Zootomie der Amphib. dess. Verf. nicht mehr.

[2] Das bekannte Werk von BOJANUS (Anatome testud. europ.) stand mir leider nicht zu Gebote.

[3] Nach LEYDIG (Lehrb. d. Hist. pag. 217) erstreckt sich bei Chelonia das geschichtete Plattenepithel des Naseneinganges »ziemlich weit nach innen«.

Vorsprüngen Fig. 8 *a a'*) in eine Anzahl vertiefter Felder abgetheilt. Die Mehrzahl derselben ist linienförmig, einer (*a'* ausgedehnter, rundlich. Sie kommen durch einfache Erhebungen der Schleimhaut zu Stande, oder sind wie *a'* der Ausdruck einer Einbuchtung der knöchern Wand. Ich bin somit nicht in der Lage, bei Emys europaea eine eigentliche Muschel namhaft machen zu können, denn die einzige Bildung, die auf diesen Namen Anspruch machen könnte, gehört ausschliesslich dem Septum an[1]).

Chelonia cauana ist von GEGENBAUR beschrieben worden; mir stand Chelonia midas zur Verfügung. Bezüglich des Verhaltens der Nasenhöhle ergaben sich zwischen beiden Species nur ganz geringfügige Unterschiede. GEGENBAUR stellt in Abrede, dass die Räumlichkeit der unteren Tasche (*ri* in seiner Abbildung) »buchtiger wäre als die der oberen«. Dasselbe trifft auch für Ch. midas zu, wenn nicht etwa die Autoren[2]) die Grenze für die untere Räumlichkeit weiter nach hinten verlegt haben. Es findet sich nämlich nach rückwärts von dem in GEGENBAUR's Figur mit *ri* bezeichneten Recessus eine ovale Einsenkung des Bodens der Nasenhöhle, die durch mehrere querverlaufende Leisten in untergeordnete Gruben gegliedert wird. Die am weitesten gegen den hinteren Nasengang gelegene ist die tiefste. Es ist natürlich unzulässig, diese Querrippen, die man als einfache Duplicaturen der Schleimhaut bezeichnen muss, mit den bekannten ähnlichen Leisten des Riechapparats von Proteus in Verbindung zu bringen und auch hierin einen Anschluss an die Amphibien zu vermuthen, der in der That in der Anordnung anderer Organe sich ausspricht. Denn abgesehen von anatomischen Unterschieden[3]) gebietet es schon die absolut verschiedene Lage der beiderseitigen Gebilde, sie von einander zu sondern. Bei Proteus

[1]) Eine entwicklungsgeschichtliche Notiz RATHKE's (Ueber die Entwicklung d. Schildkröt. 1848. pag. 241) mag den Schluss der Besprechung von Emys europaea bilden. R. äussert sich über den Befund bei Embryonen aus der Mitte des Fruchtlebens folgendermassen: »Die Geruchsorgane selbst bestanden in zwei kleinen Säckchen einer ziemlich dicken Schleimhaut, die sich von ihrer Umgebung leicht abtrennen liess. Von Riechmuscheln waren noch (?) keine Anzeichen vorhanden, sondern es waren die angegebenen Säckchen an ihrer inneren, wie an ihrer äussern Fläche ganz platt und eben«.

[2]) Die zweite Auflage der Leçons von CUVIER stand mir leider nicht zu Gebote.

[3]) So spricht z. B. LEYDIG (Lehrb. d. Histol. d. M. u. d. Th. pag. 217) von dem »schön gegitterten Knorpelgerüst« der Nase von Proteus, in dem die Knorpelzellen »äusserst dicht« beisammen stehen.

gehören sie der eigentlichen Riechgrube selbst an, bei Chelonia liegen sie am Boden der Regio respiratoria. Die Riechgrube von Chelonia befindet sich, wie GEGENBAUR zeigt, an einer ganz andern Stelle. Ueber dem Anfang des Naseneingangs »mündet eine weite Höhle aus, deren Eingang durch eine an der lateralen Wand deutliche Falte abgegrenzt ist. Der Eingang ist enger als der Binnenraum der erwähnten Höhle. Die letztere zeigt in ihren Wänden, davon die mediale vom Septum nasi gebildet wird, die Verbreitung des Olfactorius[1]«. In Fig. 9 ist nach Wegnahme des Bodens der Nasenhöhle der Eingang zu dieser »Riechhöhle« (*R*), sowie die Muschel (*C*) von Ch. midas dargestellt.

Schliesslich sei noch einer älteren selbstständigen Schilderung der Nasenhöhle der »Schildkröten« gedacht, die aber trotz der ziemlich genauen Beschreibung bei dem Fehlen einer Abbildung und dem Mangel einer bestimmten Bezeichnung des untersuchten Thiers von Werth Einbusse erleidet: ich meine HARWOOD's[2]) Angaben. Obwohl fast ein Decennium nach dem Erscheinen von SCARPA's grossem Werke schreibend hat doch HARWOOD, wie auch sein Uebersetzer bemerkt, die Arbeit des italienischen Anatomen nicht gekannt. Seiner Beschreibung wird wohl Chelonia zu Grunde liegen; denn hierauf passen die von ihm erwähnten drei Fortsätze, die »von der Scheidewand und auch von der knorpeligen Bekleidung« entstehen. Die »beträchtliche Höhle (sinus«), welche unterhalb eines »dicht unter der äusseren Oeffnung« querverlaufenden Fortsatzes sich fand, entspricht wohl der »unteren Tasche« CUVIER's.

Wenn ich am Ende dieser Zeilen die gewonnenen Resultate überblicke, so kann ich selbst diesen Blättern nur den Werth einer Vorarbeit zuerkennen. Zwei Puncte sind allerdings als feststehend hervorzuheben, aber gewichtige Autoritäten sind mir hier vorangegangen, und mir bleibt blos übrig ihre Thesen zu bestätigen, höchstens zu erweitern.

I. Der von GEGENBAUR aufgestellte Satz, dass den Crocodiliern nur eine einzige Muschel (die innere Riechmuschel RATHKE's) zukomme, ist vollkommen aufrecht zu erhalten.

II. Der von LEYDIG bei einheimischen Sauriern als

[1]) l. c. pag. 4.

[2]) B. HARWOOD, Syst. d. vergl. Anat. u. Phys. Uebers. von WIEDEMANN. 1799. pag. 37.

Vorhöhle unterschiedene Abschnitt der Nasenhöhle findet sich mehr oder minder scharf markirt auch bei einer Reihe ausländischer Saurier.

Die Fragen, welche vor dem definitiven Schluss der Acten über die Nasenmuscheln der Reptilien und zwar wesentlich durch embryologische Forschung zu erledigen sind, formulire ich in folgenden Sätzen:

1. Wie kommen die »muschelähnlichen« Einbuchtungen zu Stande? Welche Rolle spielen dabei benachbarte Theile, namentlich die Nasendrüse (NB. Vipera berus)?
2. In welchem Verhältnisse steht die einfache Knorpellamelle (Muschel) zur Einbuchtung der Nasenwand? Entsteht sie durch Anhäufung von Knorpelsubstanz an einer bestimmten Stelle, also durch Auswachsen, oder durch Aneinanderlagerung der sich zugekehrten Flächen der eingebuchteten Partie und nachträgliche Verschmelzung derselben zu einer einheitlichen Platte?
3. Sind alle einfachen knorpeligen Einragungen der Wandung Muscheln?

Herr Professor Dr. Hasse hat mir das zur Ausarbeitung nöthige Material mit grösster Liberalität zur Verfügung gestellt; ich erfülle die angenehme Pflicht, ihm hiermit öffentlich meinen aufrichtigen Dank auszusprechen.

Breslau, 22. Juni 1875.

Nachtrag.

Die oben erwähnte Arbeit Wiedersheim's über Salamandrina perspicillata und Geotriton fuscus ist wenige Tage nach Abschluss des Manuscripts mir zu Gesicht gekommen, so dass ich sie leider nicht mehr benutzen konnte.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XVI.

Die Ausführung der Figuren 2, 3, 4, 7 und 9 verdanke ich der Freundlichkeit meines Collegen Dr. STOEHR; die übrigen sind von mir gezeichnet worden.

Fig. 1. Senkrechter Medianschnitt durch das vordere Kopfende von Python tigris, dargestellt nach Wegnahme des Septums.

C' muschelartige Bildung.
c hinteres Ende
b Vorsprung } derselben.
a Vorsprung am Naseneingang.

Fig. 2. Ansicht des Nebenraumes der Nasenhöhle von Python tigris.

S' S'' Nebenraum.
b' Knorpellamelle, deren umgekrempter Rand bei der Betrachtung von innen den Vorsprung *b* darstellt.

Fig. 3. Frontalschnitt in der Führungslinie *C'* (Fig. 1.) von Python tigris.

n Nasale.
prf Praefrontale.
C' Einbuchtung.
C Muschel.
S Nebenraum.
d Nasendrüse.
÷ Unterbrechung der Knorpelsubstanz, die auf späteren Schnitten wieder verschwindet.

Fig. 4. Senkrechter Medianschnitt durch den Vordertheil des Kopfes von Crotalus horridus, nach Wegnahme des Septum nasi dargestellt.

C' muschelförmiger Wulst.
a Vorsprung,
p Rand des Os praefrontale.

Fig. 5. Dasselbe Präparat von einem Leguan (sp?).

C' muschelförmiger Wulst.
o Communicationsöffnung zwischen äusserem und innerem Nasenraum.

Fig. 6. Nasenhöhle von Chamaeleo africanus nach Wegnahme der lateralen Wand.

v Vorhöhle.

i innerer Nasenraum.
d Choane.

Fig. 7. Frontalschnitt durch die Mitte der Muschel eines sehr jungen Crocodilus niloticus.

C' Muschel.
m hinterer Sinus.
dn hinterer Nasengang.
l Thränennasengang.

Fig. 8. Senkrechter Medianschnitt durch das vordere Kopfende vom Emys europaea.

aa' Vorsprünge der lateralen Wand der Nasenhöhle.

Fig. 9. Ansicht der Nasenhöhle von Chelonia midas nach Wegnahme des Bodens derselben.

C Muschel (GEGENBAUR).
R Riechhöhle.
ri untere Tasche (CUVIER).

Fig. 1.

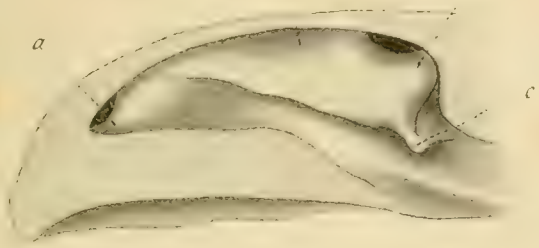


Fig. 2

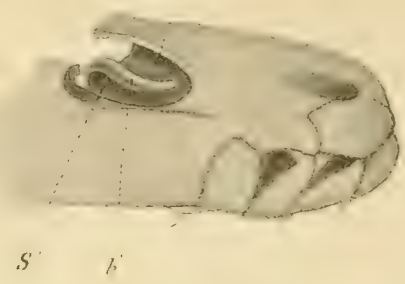


Fig. 3

Fig. 4

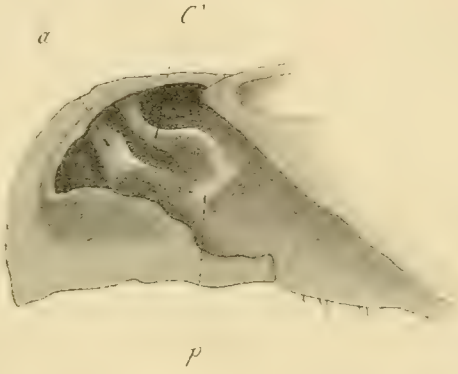


Fig. 7

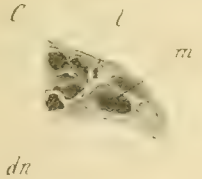
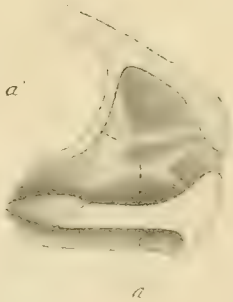


Fig. 6

Fig. 5.

Fig. 9

Fig. 8



Lith Anst. v. J. G. Bach, Leipzig

Zur Anatomie und Physiologie des Phyllodactylus europaeus mit besonderer Berücksichtigung des Aquaeductus vestibuli der Ascalaboten im Allgemeinen. Zugleich als zweiter Beitrag zur Inselfauna des Mittelmeeres [1]).

Von

Dr. R. Wiedersheim

Prosector in Würzburg.

(Mit Tafel XVII—XIX.)

Am westlichen Horne des Golfes von Spezia liegen die drei Inseln Palmaria, Tino und Tinetto. Wie die Faraglioni bei Capri (vergl. EIMER: Zool. Studien auf Capri. II sind sie ihrer geologischen Beschaffenheit nach als losgerissene Bruchstücke des nahe liegenden Festlandes zu betrachten, was schon für sich allein genügen würde, um unsere Aufmerksamkeit in hohem Grade in Anspruch zu nehmen. Dazu kommt aber noch, dass wir in diesem Theil der Riviera einen Landstrich vor uns haben, der in faunistischer Beziehung auf's auffallendste an Sardinien erinnert, so dass man sich beinahe bewogen fühlen könnte, auf eine früher vorhandene, nun längst verschwundene Verbindung gerade zwischen jenem Theil des italienischen Festlandes einer- und der obgenannten Insel andrerseits zu schliessen. Als einen der Hauptbelege für diese Vermuthung, deren endgültige Entscheidung ich übrigens den Geologen von Fach überlassen muss, möchte ich in den folgenden Blättern einen Vertreter der Familie der Ascalaboten zur Sprache bringen, nämlich den Phyllodactylus europaeus.

Derselbe wurde zum erstenmal von GENÉ, der ihn auf Sardinien gefunden hatte, beschrieben (Mem. della Reale Accademia di Torino 1839), und ich werde Gelegenheit haben, später noch auf

[1]) Den ersten Beitrag (Euproctus Rusconii) enthalten die Annali del Mus. civ. in Genua. Jahrg. 1875.

diesen Aufsatz zurückzukommen. Für jetzt sei nur soviel bemerkt, dass dieser zierliche Saurier lange Zeit als wesentliches und specifisches Glied der sardinischen Fauna in den zoologischen Handbüchern figurirte, bis ihn der, um die Wissenschaft so hoch verdiente Marchese H. Doria im Jahre 1860 auch auf der Insel Tinetto entdeckte. Dieser Fund erregte unter den italienischen Zoologen solche Sensation, dass die anno 1865 zu Spezia tagende Naturforscher-Versammlung beschloss, eine Expedition nach Tinetto zu schicken, um den Fund einer genauen Prüfung zu unterwerfen. Circa zwanzig Mitglieder machten sich auf den Weg und erbeuteten so viele Exemplare, dass das Thier von dieser Zeit an den Weg in die meisten Sammlungen des In- und Auslandes fand, ohne jedoch bis zum heutigen Tage eine anatomische Untersuchung erfahren zu haben.

Die soeben erzählte Geschichte des Phyllodactylus habe ich aus einer kurzen Bemerkung Pavesi's entnommen, welche in der Fauna d'Italia von De Betta enthalten ist; da sich aber weder hier, noch bei Bonaparte (Fauna italica) eine Beschreibung findet, welche sich über den rein systematischen Character erhebt, so erachtete ich es um so mehr der Mühe werth, dem Thier endlich die wohlverdiente, genaue Berücksichtigung zu schenken.

Um zuerst mit den speciellen Verhältnissen des Fundortes zu beginnen, so wird die ganze Insel Tinetto nur durch einen riesigen Felsblock repräsentirt, der sich aus dolomitischem und schwarzem Kalk, mit untergeordnetem Schiefer, aufbaut. Das vielfach zerrissene Gestein ist an dieser und jener Stelle vom Meere unterminirt und schliesst allerorts eine Menge von Petrefacten ein, welche da und dort auch ganz frei zu Tage liegen. Ich schätze den Umfang des Felsen-Eilandes auf ungefähr 100 — 150 Meter, während seine Höhe so gering ist, dass es nach den Aussagen der Fischer bei heftigen Föhnstürmen förmlich in Schaum und Gischt getaucht erscheint.

Eine dünne Humus-Decke füllt da und dort die Felsritzen aus und erlaubt so eine spärliche Vegetation, welche zusammt den Thieren, in Ermangelung von süssem Wasser, ganz auf atmosphärische Niederschläge angewiesen ist. Mitten unter diesen, für jeden thierischen Organismus so ungünstig als nur immer möglich gestalteten Verhältnissen, lebt noch die Lacerta muralis und theilt sich mit dem Phyllodactylus in die Insecten aller Arten, welche sich in auffallend grosser Anzahl unter den Trümmern einer längst zerfallenen Eremitage finden. Letztere stand auf dem höch-

sten Punct des Felsens und gerade an dieser Stelle finden sich auch die sichersten Existenzbedingungen für den in Frage stehenden Saurier.

Unter ungleich günstigeren Bedingungen bevölkert er auch die ganz nahe liegende Insel Tino, wo sich eine üppige Vegetation (Steineichen und Nadelgehölz) findet und es ist nicht unmöglich, dass er eines Tages auch auf Palmaria auftaucht. Nie ist er aber auf dem ganzen Festland Italiens entdeckt worden!

Bei wolkenlosem Himmel und lebhaftem Südwestwind langte ich auf der Insel an, und begann, wie ich es vom Festlande her mit dem gemeinen Ascalabotes mauritanicus gewöhnt war, die verfallenen Mauern abzusuchen, jedoch ohne Erfolg; kein einziges Thier liess sich blicken. Da machte ich mich an das Aufheben der überall umherliegenden grossen Steine, und siehe da, mitten unter ganzen Schwärmen von Asseln, Ameisen, Coleopteren-Larven und Myriapoden fand ich das Thier platt ausgestreckt und verwundert den Kopf erhebend, ohne die geringste Anstalt zur Flucht zu machen. Es liess sich sogar ruhig in die Hand nehmen und schien an der Wärme derselben Behagen zu empfinden. Wer dächte dabei nicht sofort an Eimer's (l. c.) Darstellung der psychischen Eigenschaften seiner Lacerta coerulea, welche hierin durchaus mit dem Phyllodactylus übereinstimmt?

In dieser Harmlosigkeit und Unkenntniss jeglicher Gefahr erinnert er auch an junge, unerfahrene Eidechsen, wie sie Leydig (Die in Deutschland lebenden Arten der Saurier) so meisterhaft schildert. Sie stehen dadurch zum gemeinen Gecko, welcher die Gartenmauern bei Genua in reicher Menge bewohnt, in directem Gegensatz, denn dieser ist scheuer, als jede andere mir bekannte Saurier-Art.

Ich erbeutete 11 Thiere und brachte sie wohlbehalten nach Genua, wo ich sie in einem Glas mit Erde, Steinen und lebenden Pflanzen längere Zeit beobachten konnte. Auch durch den Umstand, dass die Thiere eine enorme Gefrässigkeit zeigen (ihr Futter bestand grösstentheils aus Asseln und Stubenfliegen), unterscheiden sie sich vom Gecko, den ich in der Gefangenschaft nie sein Futter berühren sah. Sie schleichen auf den Raub an, wie eine Katze, und ich habe sie im letzten Sprung auf ihre Beute, diese nie verfehlen sehen. Bekommen sie ein Thier zwischen die Zähne, welches zu gross ist, um auf einmal ganz verschlungen werden zu können, so beobachten sie dasselbe Verhalten wie die Eidechsen, d. h. sie machen angestrengte Kaubewegungen und schütteln lebhaft mit dem

Kopfe. Ueber den Gecko steht in den Handbüchern zu lesen, es sei ein nächtliches Thier und es ist dies auch, wie ich weiter unten zeigen werde, im ganzen richtig, nur darf dies nicht in dem Sinne aufgefasst werden, als ziehe er sich vor dem Sonnenschein zurück. Im Gegentheil, kaum tritt die Sonne hinter den Wolken hervor, so verlässt der Gecko sein Versteck und lauert, wie an der Mauer angeklebt, auf seine Beute, liebt also keineswegs, wie fälschlicherweise überall verbreitet ist, feuchte und regnerische Witterung. Es mag dieser Irrthum von der Aehnlichkeit des Thieres mit dem Tritonen- und Salamander-Geschlecht herrühren, womit er ja auch bis vor nicht gar so langer Zeit in eine Parallele gestellt wurde. Dieses Aufsuchen des Sonnenscheins characterisirt auch den Phyllodactylus und wenn ich ihn bei meinem Besuch auf Tinetto nur unter den Steinen fand, so war nichts anderes daran schuld als der starke Wind, der auch sämmtliche Geckos sofort in ihre Verstecke jagt. Mochte aber auch absolute Windstille herrschen, so kamen doch nie sämmtliche Exemplare des Phyllodactylus zum Vorschein, was erst bei Nacht geschah, wo sie sich alle auf den Steinen versammelten. Es steht dies auch im Einklang mit den gemeinen Geckonen, welche in warmen Sommernächten in den Glasgehäusen der Gaslaternen zahlreich besuchte Versammlungen abzuhalten pflegen [1]).

Was den äusseren Habitus des Phyllodactylus anbelangt, so erinnert er sehr an den der Geckotiden im Allgemeinen, zeichnet sich aber durch grössere Schlankheit aus, was namentlich auch von den Extremitäten gilt. Der glatte, gegen die Schnauze hin sich zuspitzende, kegelförmige Kopf besitzt seine grösste Breitenausdehnung oberhalb des äusseren Gehörganges und zeigt sich durch eine tiefe Halseinschnürung deutlich vom Rumpfe abgesetzt. Letzterer ist auch bei nicht schwangeren Thieren auf beiden Seiten ziemlich stark ausgebaucht und verjüngt sich nach hinten zu ganz allmälig in die Schwanzwurzel. Von sehr auffallender Form erscheint der kräftige, walzenförmige Schwanz, welcher von seiner Wurzel an nach hinten zu mächtig anschwillt, um sich an seinem Ende plötzlich zuzuspitzen. Diese Auftreibung findet sich bei beiden Geschlechtern, unterliegt jedoch bedeutenden individuellen Schwankungen und kann wohl auch ganz fehlen. So habe ich ihn bei jungen Exemplaren einfach pfriemenförmig gefunden, während in

[1]) Der Grund davon liegt nicht sowohl in der Anziehung, welche das Licht auf sie ausübt, als vielmehr darin, dass sie hier stets eine Menge von Insecten zu finden gewöhnt sind.

seltenen Fällen die Verdickung so plötzlich erfolgen kann, wie dies Gené (l. c.) von einem sardinischen Exemplare abbildet. Dagegen habe ich nie die plumpe, aufgedunsene Form, wie sie diese Figur zeigt, bei meinen Thieren beobachtet, auch ist der Kopf im Verhältnisse zum Körper offenbar in allen Dimensionen zu klein ausgefallen, und in Folge dessen bekommt man auch vom Hals eine falsche Vorstellung. Der ganze Körper, an dem auch die Extremitäten viel zu schwerfällig erscheinen, erhält dadurch einen vierschrötigen Character, den er in der Natur nicht besitzt.

Die Männchen zeigen zu beiden Seiten der Schwanzwurzel ein hartes schuppenartiges Gebilde (Fig. 1 **), welches auch von Schreiber (Herpetologia europaea) wohl beobachtet wurde; ebenso entging es Gené nicht. Die Finger, nach welchen das Thier seinen Namen erhalten hat, zeigen an ihrem freien Ende eine starke, keulenförmige Auftreibung, welche in der Mitte ihrer Circumferenz ein hervorragendes, den Nagel bedeckendes Schüppchen besitzt (Fig. 1 *N*). An der Unterseite sitzen die beiden Haftballen.

Was die Lippenschilder etc. betrifft, so finden sie bei Schreiber l. c.) die genaueste Berücksichtigung, weshalb ich hier nur anführen will, dass der Kopf und Rumpf, sowohl an der Ober- als Unterseite, von äusserst feinen, rundlichen Schuppen bedeckt ist, welche mit blossem Auge nur bei sehr genauer Betrachtung als solche einzeln unterschieden werden können. Sie sitzen im Allgemeinen ohne regelmässige Anordnung, doch lässt sich da und dort ein ringförmiger Grundplan nicht verkennen, was namentlich für den Schwanz gilt, wo sich die Schuppen, besonders gegen die Mitte zu, bedeutend vergrössern und zugleich eine mehr rechteckige Form annehmen. Auch auf der Oberfläche der Finger des Vorderarmes und Unterschenkels lassen sie sich deutlicher unterscheiden und stehen auch hier in Querringen.

Die Farbe des Thieres unterliegt sowohl nach Alter als Geschlecht ziemlich grossen Verschiedenheiten, doch lässt sich im Allgemeinen ein graubrauner Grundton festhalten, der nur in seltenen Fällen einem matten Gelb Platz macht. Sehr characteristisch sind dunklere, wolkige Flecken, die bald in eigentlichen Querbinden, bald in unregelmässiger Anordnung über den ganzen Körper, namentlich aber über den Rumpf zerstreut liegen. Häufig bilden sie zwischen beiden Augen einen breiten, nach vorne offenen Winkel, der an die sogenannte »Brille« von Salamandrina perspicillata erinnert. Die Männchen sind meistens dunkler ge-

färbt, als die Weibchen, bei welch letzteren selbst eine weissgraue Grundfarbe nicht so gar selten ist, doch möchte ich hierauf kein so grosses Gewicht legen, da beide Geschlechter einem beständigen Farbenwechsel unterworfen sind. Derselbe kann so plötzlich eintreten, dass man oft, nachdem man das Thier einen Augenblick aus dem Gesicht gelassen hat, in Zweifel geräth, ob man das früher beobachtete Exemplar immer noch vor Augen habe. Dieses an das Chamaeleon erinnernde Phänomen, lässt sich auch durch künstliche Mittel, z. B. Tabaksrauch, hervorrufen, und steht also jedenfalls unter dem Einfluss des Nervensystems. Tritt nun dabei zufällig eine dunkle Grundfarbe auf, so rufen die in der Haut da und dort vertheilten hellen Schuppen den Eindruck hervor, als wäre das Thier wie mit Staub beworfen. (Vergl. Fig. 1.)

Wer nur einmal den gewöhnlichen italienischen Gecko auf den grauen Mauern beobachtet hat, wird nicht im Zweifel sein können, dass es sich in dem Colorit um ein Schutzverhältniss handelt, welches bei Phyllodactylus durch die Fähigkeit des willkürlichen Farbenwechsels noch wesentlich vervollkommnet erscheint.

Die Stirn- und Superciliar-Gegend zeigt hie und da einen Ton, welcher an gebrannte Terra di Siena erinnert und nicht selten tritt an derselben Stelle ein dunkles Blauschwarz auf, was lebhaft contrastirt mit den seitlichen Partieen der Nackengegend, welche beständig einen schwach schwefelgelben Anflug besitzen. Als Regel kann eine mehr oder weniger unterbrochene und häufig unregelmässig zackige helle Linie betrachtet werden, welche vom Hinterhaupt der ganzen Columna vertebralis entlang läuft und häufig noch ein gutes Stück auf den Schwanz übergreift. Die Extremitäten zeigen einen wesentlichen Farbenunterschied vom übrigen Körper, insofern sich hier ein entschiedenes Roth dem Braun beimischt, welches an den Fingern sogar einer transparenten Fleischfarbe Platz machen kann. Die Seiten des Rumpfes sind ebenfalls heller gefärbt als der Rücken und die Unterfläche des ganzen Thieres ist einfach weissgrau, mit einem leichten Stich in's Blaue. Davon macht nur die Schwanzspitze eine Ausnahme, indem diese immer eine dunkel graubraune Färbung trägt.

Die Haut ist so dünn, und der ganze Körper überhaupt von so zartem Bau, dass das Thier, gegen das Licht gehalten, transparent genug erscheint, um Trachea, Herz, Leber etc. deutlich durch die äusseren Bedeckungen durchscheinen zu lassen.

Was die geistigen Fähigkeiten des Phyllodactylus betrifft,

so bleiben diese weit hinter jenen von Lacerta zurück, welche ja sogar ihren Pfleger mit der Zeit kennen lernen soll. Das Thier macht oft geradezu einen stupiden Eindruck, wozu auch der Umstand viel beitragen wird, dass es offenbar bei Tag nichts, oder doch nur sehr wenig sieht. Stundenlang kann es regungslos auf demselben Flecke liegen bleiben, und hängt sich wohl auch hin und wieder, wie das Chamäleon, mit seinem Greifschwanz an einem Aestchen der in dem Behälter befindlichen Pflanzen auf. Wird es erschreckt, so beginnt es rasch sich fortzubewegen, was unter immerwährenden Schlangenwindungen des ganzen Körpers geschieht. Es kommt auch vor, dass es sich in der Eile auf eine ziemliche Entfernung fortschnellt, wobei dann der Schwanz wie ein Steuerruder fungirt. Vergl. Leydig l. c.) Es zeigt eine sehr grosse Geschicklichkeit im Schwimmen und hält lange im Wasser aus. Ein weiterer Gegensatz zu Lacerta liegt in der ungemein friedfertigen und sanften Gemüthsart beider Geschlechter, denn während jene — und dasselbe gilt auch für den gewöhnlichen Gecko — bei der geringsten Beleidigung zornig wird und wüthend um sich beisst, habe ich den Phyllodactylus nie sich seiner Zähne bedienen sehen, wohl aber lässt er, hastig angefasst, einen kurzen pipsenden Ton hören, der genau an das Pfeifen einer jungen malträtirten Maus erinnert. Alles dieses erinnert wieder an Lacerta coerulea (Eimer l. c). Erwähnenswerth ist vielleicht noch die Vorliebe des Thieres für menschlichen Speichel, den es als Leckerbissen zu betrachten scheint. Befeuchtet man damit seine Schnauze, so kommt sofort seine röthliche Zunge zum Vorschein, was ich auch an Lacerta beobachtet habe.

Ob ein Winter- oder Sommerschlaf vorkommt, vermag ich nicht anzugeben, doch bin ich sehr zu letzterer Annahme geneigt, in Anbetracht der klimatischen Verhältnisse des dortigen Landes, wo oft mehrere Monate kein Regen fällt. Obgleich es so ziemlich gleich viel Männchen und Weibchen gibt und mir durch eine spätere Sendung von Tinetto im ganzen 51 Thiere zur Beobachtung vorlagen, so gelang es mir doch nie, die Begattung wahrzunehmen, weshalb ich Grund habe zu vermuthen, dass sie stets im Dunkeln, unter den hohlen Steinen, welche im Zwinger lagen, vor sich ging.

Einen sehr komischen Anblick bietet ein Thier, das in der Häutung begriffen ist. Die Haut des Kopfes und Halses wird zuerst abgestreift, wobei sich in der Gegend des Schultergürtels ein weisser Wulst bildet, der als Kragen zu dem zerrissenen weissen Hemd betrachtet werden kann, in dem das ganze Thier zu stecken scheint;

dabei zeigt es sich entschieden verstimmt, frisst nicht und macht überhaupt einen erbarmungswürdigen Eindruck.

Schliesslich füge ich noch einige Maasse bei, um die Grössenverhältnisse des Thieres besser übersehen zu können; ich habe dabei natürlicherweise ein ausgewachsenes Exemplar im Auge.

Länge des ganzen Thieres bis zur Schwanzspitze . . .	6—7 Cent.
Länge des Kopfes bis zur Halseinschnürung	11 Mm.
Länge des Rumpfes bis zur Schwanzwurzel	30 Mm.
Länge des Schwanzes	26 Mm.
Grösste Breite des Thieres	9 Mm.

Haut- und Cuticular-Bildungen. Hautknochen.

Ich habe hierin den Befunden Cartier's (Studien über den feineren Bau der Epidermis bei den Geckotiden. Würzburg. Verhandlungen N. F. III. Bd.) nur wenig Neues beizufügen; Cartier hebt hervor, dass es ihm durch kein Reagens gelungen sei, die äusserste Schicht der Epidermis in zellige Elemente zu zerlegen, gleichwohl glaubt er sich aber nicht berechtigt, diese Lage als eine Cuticula, als selbstständige Membran zu bezeichnen, wie dies Leydig über Organe eines sechsten Sinnes) bei der Hornschuppe von Anguis fragilis thut. Ich kann dieser Auffassung Cartier's durch meine Beobachtungen am Phyllodactylus eine bedeutende Stütze verleihen, indem auch hier von unten nach oben eine immer stärker werdende Abplattung der Epidermis-Zellen erfolgt, ohne dass es jedoch zu einem »Verschmelzungsprocess der Epidermis« in der obersten Lage käme. Letztere bietet vielmehr allerwärts ein zierliches Mosaikbild dar, das heisst, sie setzt sich aus glashellen, platten Zellen von polygonaler Form zusammen, von denen jede einen fein granulirten Kern einschliesst. Die Zellengrenzen werden durch glashelle, stark lichtbrechende Contouren bezeichnet, was sich nach Anwendung von Aetzkali stets nachweisen lässt, während man vorher geneigt sein könnte, die ganze Schicht im Sinne Cartier's, d. h. als einen Verschmelzungsprocess zu deuten.

Was die Cuticular-Haare betrifft, so finde ich sie namentlich stark an der Unterseite des Schwanzes vertreten, wo die einzelnen Schuppen geradezu damit besät sind. Wie sehr dies im Interesse

des Thieres liegt, geht aus der obigen Bemerkung hervor, wo ich den Schwanz des Phyllodactylus als ein Greif- und Aufhängeorgan bezeichnete. Die grösseren Cuticularhaare, welche nach der Entdeckung Leydig's als Sinnesorgane fungiren, sehe ich namentlich schön entwickelt in der Nackengegend, oberhalb des später zur Sprache kommenden Saccus endolymphaticus. Hier stehen sie theils in Gruppen von drei und vieren bei einander auf einer Schuppe, theils finden sich ganze Büschel dicht gedrängt stehender Haare, ganz wie dies Cartier von den Haftlappen angibt. Dieses Verhalten scheint mir für die Lippenplatten sogar die Regel zu sein, wobei sie die hier überall vorkommenden kleinen Cuticular-Bildungen an Grösse weit überragen. Am Schwanz finden sie sich nur spärlich vertreten.

Ueber die Haftballen habe ich den Untersuchungen Cartier's nichts Wesentliches hinzuzufügen, auch ist durch ihn das Märchen von der Existenz einer Drüse in dieser Gegend zur Genüge widerlegt und ich möchte daher nur noch auf die Bildung der Klaue aufmerksam machen, welche einem jeden Finger zukommt (Fig. 9).

An der convexen Seite derselben sieht man einen wulstigen, starken Kamm (*K*), welcher sich aus einem System von vielen übereinander liegenden Lamellen aus gelber Hornsubstanz aufbaut und gegen das freie Ende der Klaue spitz ausläuft. Das Ganze stellt eine Menge ineinander gestülpter Trichter dar und ist an seinem Basal-Ende ziemlich scharf in Form eines Zapfens gegen die concave Seite der Klaue abgeknickt und im Knochen festgelöthet (*I*), durch welchen es auf der Abbildung durchschimmert. Als weitere Befestigung dieser Bildung dient ein zweites Lamellensystem, welches an der ganzen concaven Circumferenz des oben beschriebenen Kammes entspringend, die knöcherne Endphalange von beiden Seiten, wie ein transparenter Vorhang umschliesst, um sich endlich an der Basis derselben (*B*) festzusetzen. Diese doppelte Befestigungsweise verleiht der Klaue eine ungemeine Festigkeit, wovon man sich bei Isolirungs-Versuchen unter der Loupe genügend überzeugen kann.

Der ausgeschweifte, concave Rand der Klaue wird aus mechanischen Gründen nie ganzrandig getroffen, sondern bietet stets ein mehr oder weniger angerissenes und zerfetztes Aussehen dar.

Leydig (l. c.) hebt im Gegensatz zu den Scinken hervor, dass die Haut von Lacerta im Ganzen wenig Knochenbildungen producire. Wenn dies nun auch im Allgemeinen als Regel festgehalten werden

kann, so bildet doch der männliche Phyllodactylus hiervon eine Ausnahme, indem sich in der Gegend der Schwanzwurzel des Männchens auf jeder Seite ein Knochenpaar entwickelt. Die eine Bildung wird durch jene, schon obengenannte schuppenartige Hervorragung dargestellt und besteht im Wesentlichen aus einer schwach convexen Platte, von porösem Aussehen und ausgezackten Rändern. Sie ist nach allen Richtungen hin durchfurcht, von Oeffnungen durchbrochen und trägt eine schräg zu ihrer Oberfläche stehende kammartige, starke Leiste (Fig. 7 *a*). Wie die Basisplatte, so ist auch sie von einem Netzwerk unregelmässiger Knorren und Bälkchen durchzogen und zeigt wie jene, sehr schön entwickelte Knochenkörperchen.

Das ganze Gebilde ist fest in die Haut eingewachsen und die Epidermis geht unter Bildung tausender, feiner Chitin-Härchen darüber hinweg. Letzterer Umstand ist wohl geeignet ein deutliches Licht auf die functionelle Bedeutung dieses Organs zu werfen. Es steht nämlich offenbar zur Copulation in Beziehung und dient dabei als Haft- oder Haltorgan für das Weibchen und zwar in ganz analoger Weise, wie der Ballen an der Unterseite der Fingerspitzen das Klettern der Thiere ermöglicht. Der Knochen gibt dazu die kräftige Stütze und dient einfach als Widerlager.

Das zweite Knochenpaar handle ich bei den Sexual-Organen ab, was mir um so passender erscheint, als mir im Laufe dieser Untersuchungen Zweifel darüber gekommen sind, ob dieses überhaupt im Sinne von Hautknochen gedeutet werden darf?

Ueber die Skelet-Verhältnisse habe ich keine genaueren Untersuchungen angestellt, da sich schon nach kurzer Zeit ergab, dass die Abweichungen von den übrigen Geckotiden kaum nennenswerthe waren. Da ich nun eine ziemlich genaue Kenntniss der letzteren voraussetzen zu dürfen glaube, so habe ich fast ganz auf die Darstellung derselben verzichtet. Fig. 4 ist vielleicht geeignet, auch ohne nähere Detailangaben eine Vorstellung des zierlichen Schädels zu erzeugen.

Organe der Ernährung und Verdauung.

Der weite, aber sehr dünnhäutige Pharynx geht ziemlich rasch in den kurzen Oesophagus über. Auf diesen folgt eine ungleichmässig spindelförmige Auftreibung des Darmrohres, die den Magen darstellt und sich über zwei Dritttheile des ganzen Rumpfes erstreckt. Nach abwärts sich stark verjüngend stösst er an das blasig aufgetriebene Duodenum, welches sich durch eine Klappe deutlich von ihm absetzt. Hierauf macht das Rohr einige starke Windungen und mündet dann mit sehr engem Lumen in den weiten Enddarm (Recto-Colon). Eine blindsackähnliche Bildung, welche Lacerta vollkommen fehlt, findet sich hier in kräftiger Ausprägung und zwar nach der rechten Seite hin, woraus ein asymmetrisches Verhalten dieses Darmabschnittes resultirt. Was die Schleimhaut betrifft, so zeigt sie sich in dem vorderen Bezirk des Recto-Colon zu ringförmigen Falten erhoben, während wir nach hinten zu dasselbe System von Längsfalten erblicken, wie es Leydig (l. c.) von Lacerta beschrieben hat. Es handelt sich mit andern Worten um einen starken Sphincter, welcher nach Art eines Hohlkegels gegen das Lumen des Enddarmes, in der Richtung nach vorne zu, vorspringt. Phyllodactylus zeigt nun aber das sonderbare Verhalten, dass die an die Columnae Morgagni des Menschen erinnernden Längsfalten sich viel weiter in die Schwanzregion hinein- also weit über den Eingang zur eigentlichen Cloake hinauserstrecken. Letztere liegt somit nicht am Ende des kegelförmigen Sphincters sondern in dessen Dorsalwand selbst und stellt hier eine unregelmässig ausgezackte Oeffnung dar, welche bei jeder Defäcation durch den umgestülpten Sphincter verschlossen wird. Es findet also in diesem Falle eine vollkommene Scheidung der Cloake in einen dorsalen und ventralen Raum statt, ersterer ist der Sinus genitalis, letzterer die Mastdarmhöhle (cfr. Leydig l. c.).

An der Stelle, wo die Pars pylorica des Magens in den blasenförmigen Anhang des Duodenum übergeht, liegt mit breiter Fläche das Pancreas festgelöthet. Es bildet an dieser Stelle eine continuirliche Masse, gabelt sich aber nach der rechten Seite des Magens hin in zwei lange Zipfel, von denen sich der eine, ganz wie bei Lacerta an die Milz befestigt, während der andere an die Stelle der Leber tritt, wo die Gallenblase sich befindet. Sie liegen also in sehr verschiedenen Ebenen, da jener seine Richtung direct nach hinten gegen die Wirbelsäule, dieser einfach nach rechts hin nimmt. Ueber die Gallengänge habe ich Lacerta gegenüber nichts Ab-

weichendes zu notiren. Der Inhalt der Gallenblase besteht aus einem dünnflüssigen, hellgrünen Saft, in dem ich bei fünf der von mir untersuchten Thiere eine erst unter der Loupe sichtbare, staubartige, feinkörnige Masse suspendirt fand, welche durch Druck in das ganze Canalnetz der Ausführungsgänge hineingetrieben werden konnte. Bei starker Vergrösserung fand ich, dass die einzelnen Elemente aus länglich ovalen Körpern bestanden, welche durch eine milchglasartige Beschaffenheit characterisirt und so resistenter Natur sind, dass auch das stärkste Reagens keine Veränderung derselben hervorzurufen im Stande ist. Dies mag seinen Grund in einer dicken Schale haben, welche einen wasserhellen Inhalt umschliesst. Darin findet sich ein einziger kugelrunder, fein granulirter Körper, welcher den Querdurchmesser der Kapsel vollkommen ausfüllt und meistens eine excentrische Lage einnimmt. Noch häufiger aber beobachtete ich vier solche Körper, welche regellos gelagert erschienen und von denen jeder wieder eine stark lichtbrechende Schale besass. Ausser diesen Bildungen schwammen in der Gallenflüssigkeit rundlich ovale oder auch birnförmige Körper von derselben Grösse, wie die oben genannten Kapseln, jedoch ohne Andeutung irgend einer Aussenhöhle. Es sind vielmehr fein granulirte Protoplasmahaufen, über deren Bedeutung ich mir nicht klar geworden bin.

Das Grössenverhältniss aller dieser Gebilde zu den Blutkörperchen stellt sich wie 1 : 8 und es scheint mir mehr als wahrscheinlich, dass es sich, was die oben beschriebenen kapselartigen Körper betrifft, um incystirte, parasitische Producte handelt.

Die Leber (Fig. 8 *L*) gleicht in ihrer Form der Hälfte eines nach vorne spitz ausgezogenen Hohlkegels, dessen Basis nach rückwärts schaut und zwei starke Einkerbungen besitzt, wodurch sich ein Zerfall des Organs in drei Lappen ergibt. Zwei davon umgreifen nach rechts und links spangenartig den Magen und einige Darmschlingen, während der mittlere Lappen zungenartig in der Mittellinie nach abwärts ragt. Auf der obengenannten Figur ist vom Darmrohr nur ein Stück des Magens (*M*) und das Duodenum (*D*) sichtbar.

Die Farbe der Leber ist ein mattes Braunroth mit Beimengung von spärlichem Pigment.

Ich führe noch an, dass dem Bauchfell, welches bei Lacerta und Gecko eine intensiv schwarze Farbe besitzt, jede Spur von Pigment vollkommen fehlt.

Zunge und Zungenbein-Apparat. Fig. 12.

Er ist sowohl nach seiner Form, als dem Aufbau-Material von demjenigen der Eidechsen und Scinke sehr verschieden, wenn auch nicht zu leugnen ist, dass sie der Grundanlage nach alle in dieselbe Kategorie gehören.

Wie bei unsern einheimischen Sauriern, so findet sich auch hier ein in die Substanz der Zunge eingebetteter Zungenbeinkörper (*ZK*), welcher auf der Abbildung theilweise aus der Zunge herausgezogen ist, während im Leben der Kehlkopf in den hinteren Ausschnitt der Zunge hineinpasst. Er verbreitert sich nach hinten zu einer breiten Platte, welche durch kurzes, straffes Bindegewebe mit der ventralen Wand der Capsula laryngea verlöthet ist; darauf theilt sie sich in zwei kräftige, nach hinten und aussen verlaufende Schenkel (*S*). Diese sowohl, als der unpaare Zungenbeinkörper besteht aus Kalkknorpel, an welchen sich übrigens bei *A* eine rein hyalinknorpelige Apophyse anfügt. Von dieser Stelle gehen nach drei verschiedenen Richtungen spangenartige Gebilde ab, wovon das eine direct nach hinten läuft und dabei medianwärts convex erscheint. Es besteht ebenfalls aus Kalkknorpel und trägt an seinem hinteren Ende eine knopfförmige, hyalinknorpelige Apophyse (*F*). Dieser Theil ist die eigentliche Fortsetzung des Seitenschenkels der Platte. Die beiden andern Spangen repräsentiren das vordere (*VH*) und hintere (*HH*) Zungenbeinhorn, von denen das erstere ganz aus Hyalinknorpel, das andere aus echter Knochensubstanz mit oberer und unterer knorpeliger Apophyse besteht. Jenes nimmt seine Richtung zuerst nach vorne und aussen, geht dann unter Erzeugung eines dünnen Hakens (*h*) nach hinten und aussen und schwillt endlich kurz vor seinem freien Ende zu einer Art von Dorn (*D*) an, eine schwache Andeutung des von Leydig bei Lacerta beschriebenen, grossen »Knorpelflügels«. Die Form der dickfleischigen Zunge ist die einer vorn abgebrochenen und hinten in zwei lange Zipfel ausgezogenen Pfeilspitze. Das Vorderende trägt eine seichte Einkerbung, als erste Andeutung jenes Verhaltens der lang gespaltenen Zunge von Lacerta und den Ophidiern. Die beiden Zipfel an der hinteren Circumferenz werden nach hinten zu durch den Retractor linguae (M. hyoglossus) noch verlängert. Auf der Abbildung ist dieser Muskel sammt dem daran hängenden Hypoglossus (*H*) abgeschnitten. Die Oberfläche der Zunge ist über und über mit Papillen besät, welche auf den mit zackigen Lappen besetzten und dadurch wie gesägt aussehenden Seitenrändern des

Organes sitzen. Jene Lappen vergrössern sich nach rückwärts immer mehr und sind wohl als die weiter entwickelten »Querleisten« der Zunge von Lacerta zu betrachten. Die Papillen der Zungenspitze sind kleiner, mehr kuppelförmig, während sie nach rückwärts eine gestrecktere, zottenartige Form annehmen, so dass die rauhe Oberfläche aufs Lebhafteste an die Zunge mancher Carnivoren erinnert. Die Papillen stehen in regelloser Anordnung, wovon nur die Seitenränder eine Ausnahme machen, indem sie hier auf den lappigen Bildungen in transverseller Richtung nach Art von Baumreihen nebeneinanderstehen.

Was mich überraschte, war die Leichtigkeit, mit der sich die oberflächlichste Schicht der Zungenschleimhaut von ihrer Unterlage löst. Es geschieht dies bei Präparaten, welche einige Tage in MÜLLER'scher Flüssigkeit gelegen hatten, in grossen zusammenhängenden Fetzen, welche oft die Hälfte und noch mehr des ganzen Organs einnehmen. Anfangs wollte es mir scheinen, als hätte ich damit eine glashelle, structurlose Cuticula vor mir, welche sich aus einer Menge dicht nebeneinander liegender kuppelartiger Bildungen zusammensetzt. Erst bei genauerem Zusehen erkannte ich ein Netz von grossen, platten, polygonalen Zellen mit ungemein fein granulirtem Kern. Die Papillen selbst, unter denen die Filiformes an Grösse wie an Masse weit vorschlagen, fand ich aus einem Gerüste von langgestreckten, schmalen Zellen bestehen, bei denen namentlich am Rand der Papille ein dachziegelartiges Sichdecken wahrzunehmen ist. Eine Einkerbung der Papillen, wie sie LEYDIG von der Eidechse beschreibt, vermochte ich bei Phyllodactylus nicht zu erkennen.

Abgesehen von kleinen sackförmigen Drüsen, welche sich in der Zunge eingebettet finden, existirt auch noch die bei Lacerta und Anguis beobachtete paarige Gland. sublingualis. Ob auch eine Lippendrüse vorhanden ist, muss ich dahin gestellt sein lassen.

Respirations-Organe.

Der Larynx besteht aus einer circulären Verdickung der Trachea (Fig. 10, Cartilago laryngea), welche an der der Cartilago cricoidea entsprechenden Stelle rechts und links zwei knorrige Hervorragungen besitzt (*Cc*). Jede derselben zeigt eine Imprägnation von Kalksalzen, was ich bei Platydactylus, wo sich die seitlichen Knorren zu wahren Hörnern verlängern, noch stärker ausgesprochen finde.

Bei beiden Thieren sind diese Bildungen hohl und communiciren mit dem Cavum laryngis, wie zwei Morgagni'sche Taschen. An ihrer Oberseite besitzen sie Gelenkflächen für die keulenförmigen Ary-Knorpel (*Ar*), als deren Postamente sie gewissermassen fungiren. Auf der Figur 10 u. 11 sind sie einwärts rotirt und schauen demnach mit ihrem aufgetriebenen, freien Ende in die Kehlkopfhöhle. Eine zwischen denselben ausgespannte Falte der Schleimhaut ist spitzwinklig ausgeschnitten und begrenzt so wie ein Vorhang den Kehlkopfeingang nach rückwärts. Im Gegensatz dazu zeigt sich die ventrale Wand der Capsula laryngea nach vorne zu schreibfederartig verjüngt (*S*) und erinnert dadurch an eine Epiglottis, welche übrigens von den oberen Enden der Giessbeckenknorpel bedeutend überragt wird. Bei Platydactylus mauritanicus findet sich dafür ein seichter, halbmondförmiger Ausschnitt, und was ich gleich einschalten will, die Rima glott. wird hier von breiten wulstigen Lippen der Schleimhaut umsäumt, wovon ich bei dem in Frage stehenden Thiere nichts entdecken konnte.

Dieser einfache Apparat steht unter der Herrschaft zweier paariger Muskeln, wovon der eine von dem Knorren *Cc* Fig 10 entspringend an der Seite des Kehlkopfs emporzieht und sich an dem keulenförmig verdickten oberen Ende des Ary-Knorpels jeder Seite inserirt (Fig. 11 *D*). Letzterer wird dabei fast vollständig bedeckt, doch bleibt zwischen Muskel und Knorpel noch eine Spalte bestehen, durch welche sich der auf der Dorsalseite des Larynx entspringende Muskel *S'* durchschieben kann, um im weiteren Verlauf die ganze Capsula laryngea zu umgreifen und sich schliesslich an der ventralen Fläche des Os entoglossum festzusetzen *S'*. Dabei verbreitert er sich mehr und mehr fächerartig und stellt, wenn man beide Hälften zusammen betrachtet, einen fast vollkommen geschlossenen Sphincter dar. Seine Bedeutung als Verengerer liegt auf der Hand, während der erstgenannte Muskel einen Dilatator darstellt. Interessant ist das Verhalten des Basaltheiles des Os entoglossum (*Oe*), welches in diesem Falle mit zum Kehlkopfgerüste zu rechnen ist, und dadurch von den Eidechsen und Scinken bedeutend abzuweichen scheint.

Die Trachea (Fig. 12 *T*) ist ein gleichmässig cylindrisches Rohr von 9—10 Mm. Länge. Es componirt sich aus circa 45 hyalinen Knorpelringen und stimmt in allen Theilen mit dem von Lacerta überein, was auch für die etwa an seiner Mitte angelagerte Gl. thyreoidea gilt (*Th*). Letztere besteht aus zwei sackförmigen

Seitentheilen, welche durch einen schmalen, bandförmigen Isthmus an der Ventralseite der Trachea gegenseitig in Verbindung stehen. Der die Schilddrüse umwickelnde zarte Fettmantel unterliegt nach Form und Ausdehnung sehr bedeutenden individuellen Schwankungen.

Hinter der Herzspitze zerfällt die Luftröhre in zwei kurze hyalinknorpelige Bronchien, welche sich in die beiden Lungensäcke, Fig. 8 *P*, einsenken. Diese besitzen eine lang gestreckt-ovale Form und stossen von beiden Seiten her an die untere Circumferenz des Herzens, während sie in der Mittellinie theilweise von der ventralwärts gelagerten Leber zugedeckt werden. Sie zeigen am frischen Thier eine braunrothe Farbe und ein starkes Netz von Blutgefässen, welches auf der Innenfläche des Organs leistenartig vorspringt und unter dem Mikroskop einen sehr zierlichen Anblick gewährt.

Ueber die rechte Lungenspitze krümmt sich in mächtigem Bogen die Cava inferior empor (Fig. 8 *Ci*), um dann mit der V. jugularis und Subclavia zu einem starken Blutsinus von annähernd rhombischer Figur zusammenzufliessen.

Was die vom und zum Herzen tretenden Gefässe anbelangt, so finden sich keine nennenswerthen Abweichungen von den verwandten Familien und ich hebe nur hervor, dass die rechte Art. pulmonalis nur zu der Lunge ihrer Seite in Beziehung steht, während die viel stärkere linke zu dem Organe beider Körperhälften starke Zweige schickt.

Der Bulbus arteriosus besteht schon äusserlich aus wohl differenzirten Gefässen, welche sich in lang gezogener Spirale nach aufwärts wenden.

Weibliche Geschlechtsorgane.

Die traubigen, länglich ovalen Ovarien Fig. 13 *O* liegen ziemlich weit gegen das Becken zurück in einem zarten Gerüste aus Bindegewebsbalken, welche durch Membranen zu eigentlichen Fächern verbunden werden. Nach vorwärts und rückwärts sind sie durch zarte Fäden an dem Bauchfell befestigt. Auch hier finden sich die von Leydig entdeckten prall gefüllten Lymphräume, jedoch sind die Eier von ihren Fächern viel inniger umschlossen, als dies bei Lacerta muralis der Fall ist, wo sie darin weit hin und her geschoben werden können. Da ich die Thiere im Frühjahr in die Hände bekam,

so konnte ich erwarten, stark entwickelte Ovarien mit reifenden Eiern zu treffen, welche Vermuthung ich auch bestätigt fand.

Meistens lagen vier Eier in einem Ovarium, wovon sich zu einer gewissen Zeit stets zwei durch besondere Grösse und vollkommene Abrundung auszeichneten, während die beiden andern aus mechanischen Gründen eine mehr ovale oder auch ganz platt gedrückte Form zeigten (Fig. 13). Frisch untersucht sind sie intensiv weiss und besitzen in dieser Zeit einen Durchmesser von 2—2½ Mm. In solchem Zustand bleibt das Ovarium ungefähr vierzehn Tage, bis auf einmal das eine der beiden grösseren Eier rasch sich zu vergrössern beginnt, so dass man nun drei verschiedene Entwicklungsstadien in einem Ovarium zu unterscheiden vermag! Immer fand ich diesen Vorgang nur auf der einen Seite, und zwar links sechsmal und rechts nur einmal. Es ist mir von dieser einseitigen Function des Ovariums, welche an die Vögel erinnert, bei den Echsen nichts bekannt, jedoch gelingt es nicht schwer, einen guten Erklärungsgrund dafür zu finden. Das einzige reifende Ei entwickelt sich nämlich zu einer solch monströsen Grösse, dass man annehmen kann, es absorbire die Kraft des kleinen Organismus in ihrem ganzen Umfang, ganz abgesehen davon, dass ein zweites Ei in dem Leibesraum absolut keinen Platz mehr finden würde. Nimmt doch jenes im Stadium seiner grössten Ausdehnung das ganze Meso- und Hypogastrium ein und verdrängt sämmtliche Darmschlingen nach rückwärts gegen die Wirbelsäule (Fig. 8 *Ov*). Wie in früheren Entwicklungsperioden, so zeigt es auch jetzt noch eine intensiv weisse Farbe und die auf der Figur 8 angedeuteten Pigmentspuren rühren nicht von ihm, sondern von dem ad maximum ausgedehnten Oviducte her. Auf der linken Seite der oberen Circumferenz des Eies erscheinen einige Falten des letzteren (Fig. 8 *E*).

Was die Grössenverhältnisse im Einzelnen betrifft, so überragt es den Längsdurchmesser der Leber um mehr als das Doppelte, und besitzt in seiner grössten Ausdehnung 11 — 12, in seiner grössten Breite 8—9 Mm. In Anbetracht dieses Umstandes möchte es beinahe unerklärlich scheinen, wie das Ei die enge Cloaken-Spalte (*CS*) soll passiren können, zumal da ihm die Kalkschicht in seiner Schale einen, wenn auch nicht geradezu unelastischen, so doch immerhin ziemlich spröden Character verleiht. In seiner sonstigen histologischen Zu-

sammensetzung stimmt es vollständig mit den Befunden Eimer's und Leydig's an den übrigen Reptilien-Eiern überein.

Diese merkwürdige Thatsache, dass ein Reptil nur ein Ei absetzt, steht meines Wissens bis jetzt einzig da und es ist dies um so mehr zu verwundern, als die geringste Zahl der von Leydig beobachteten Embryonen unsrer einheimischen Saurier acht betrug und zwar zu gleichen Hälften auf die beiden Eileiter vertheilt. Die höchste Zahl war 10. Bei Anguis fragilis beobachtete jener Forscher eine ungleiche Vertheilung auf die beiden Körperhälften, z. B. rechts 9, links 11 Embryonen.

Gestützt auf einen oft gemachten Befund an der genuesischen Lacerta muralis, wo ich stets nur zwei Eier jederseits im Oviducte vorfand, drängte sich mir die Frage auf, ob diese Verminderung der Fruchtbarkeit nicht mit den klimatischen Verhältnissen des Südens zusammenhängt? Es wäre nicht uninteressant, diese Frage durch Versetzung dieser und jener Arten experimentell einer Lösung entgegen zu führen[1])!

Nur einmal fand die Ei-Ablage in der Gefangenschaft statt und zwar geschah dies unter einem hohlen Stein auf feuchter Erde, ohne dass das Ei in letztere irgendwie eingegraben gewesen wäre. Leider versäumte ich, den Stein bei Zeit abzuheben, so dass das Junge schon ausgekrochen war und ich nur noch die vollkommen hart gewordene Schale vorfand.

Nach einwärts und rückwärts von jedem Ovarium liegt ein bei frischen Thieren kreideweiss aussehender, länglicher Körper, Figur 13 *K*, der eine körnige Structur besitzt. Sein oberes Ende ist abgerundet, das untere spitz ausgezogen und das ganze Gebilde hat eine Länge von $1^1/_4$ Mm. Die Verbindung mit dem Ovarium findet durch das Bauchfell statt, und was seine Lage anbelangt, so entspricht diese genau der Stelle, wo der die beiden Venae revehentes verbindende Querast von diesen selbst abgeht.

Die Aorta abdominalis, welche auf der Figur nicht mitgezeichnet ist, schickt gegen den in Frage stehenden Körper einen starken Ast herüber, der sich jedoch keineswegs darin auflöst, sondern darunter hinwegschlüpfend als Arteria ovarica den Eierstock er-

---

[1]) Ich möchte noch hinzufügen, dass die Eier der genuesischen Lacerta muralis im Verhältniss zur Grösse des Thieres denen des Phyllodactylus um das acht- bis zehnfache nachstehen!

reicht, wo er in ein zierliches Capillarnetz zerfällt. In der obengenannten Bauchfellverbindung sah ich ausser den Arterien und Venen noch einzelne dunkle Stränge, konnte aber in denselben kein Lumen nachweisen, obgleich ein solches früher unzweifelhaft vorhanden war.

Dass die Obliteration eine vollständige ist, gelang mir sogar experimentell festzustellen. Der ganze räthselhafte Körper besitzt nämlich eine sackartige Aussenhülle, in der ich in den meisten Fällen einen Inhalt constatiren konnte, dessen Elemente aus einer krümeligen, kreideartigen Substanz bestanden. Dieselben sind so fein gepulvert und lassen sich so leicht innerhalb des Sackes verschieben, dass sie sich unfehlbar auf den von mir angewandten Druck auch in den allerfeinsten Ausführungsgang vertheilt haben würden, was aber nicht der Fall war. Ausser dieser kalkigen, unter der Pincette knirschenden Substanz enthält das Organ auch noch Fettkugeln von verschiedener Grösse, und nur einmal wollte es mir vorkommen, als sehe ich Reste von geknäuelten Schläuchen und unregelmässig geformte, blasenartige Gebilde mit kreidigem Inhalt, der da und dort eine rostgelbe, an untergegangenen Blutfarbstoff erinnernde Farbe zeigte.

Man hat es also offenbar mit einem Körper zu schaffen, der einem hohen Grad von regressiver Metamorphose unterlegen ist und nichts anderes sein kann, als die »Nebenniere« früherer Autoren (Leydig). Diese Reste des Wolff'schen Körpers (Parovarium der Vögel) finden sich auch bei den Eidechsen, jedoch in einem nicht so weit fortgeschrittenen Stadium der regressiven Metamorphose und in wesentlich anderer topographischer Beziehung zu Ovarium und Oviduct, indem sie hier zwischen den beiden letzteren liegen, während dies bei Phyllodactylus nach einwärts vom Eierstock der Fall ist. Auch findet sich bei Lacerta nicht das Verhältniss zu der obgenannten Vene, in deren Wandung das Organ des Phyllodactylus förmlich eingekittet ist, so dass eine Loslösung ohne Verletzung des Gefässes gar nicht möglich ist. Bei oberflächlicher Betrachtung kann der mit der Vene so fest verbundene Körper fast den Eindruck eines Thrombus hervorrufen.

Auswärts von dem Ovarium liegt der mächtige Oviduct, welcher bei nicht trächtigen Thieren wie ein Vorhang den Eierstock überlagert (Fig. 13 *Ov*). Er repräsentirt einen, nach ganz bestimmten Regeln gefalteten Canal, der in seinen verschiedenen Regionen sowohl nach Lumen als Dicke seiner Wandungen bedeutende Diffe-

renzen zeigt, worin er mit Lacerta übereinstimmt. Zwei zarte, transparente Lamellen, Fig. 13 *T*, begrenzen die lange, schlitzartige Abdominalöffnung der Tuba. Nach aussen und oben sind sie in einen zarten Faden ausgezogen, welcher das Organ in der Höhe der achten Rippe fixirt erhält. Dieser Abschnitt stellt den zartesten Theil des Eileiters vor und zeigt sich nur selten in Falten gelegt, welch letztere erst bei *Z*, Fig. 13, beginnen. Zugleich beginnt auch hier unter scharfer, zackiger Abgrenzung die Wandung sich zu verdicken und mehr einen Milchglascharacter anzunehmen, wobei dieser ganze Theil des Oviducts weit medianwärts vorschreitet und wie eine vielfach gefaltete Fahne in der Längsaxe des Körpers herunter hängt (Fig. 13 *H*). Für seine Fixation ist in doppelter Weise gesorgt, insofern eine innige Verwachsung fast mit der ganzen medialen Seite des Uterus stattfindet, von dessen oberem Ende sich überdies ein starker, glatte Muskelfasern enthaltender Strang herüberspannt (Fig. 13 *S*). Schneidet man diese Bildungen mit der Scheere ein, so lässt sich der ganze Abschnitt entfalten und zeigt nun in gestrecktem Zustand eine nach hinten zu sich mässig verjüngende Trichterform, welche unter scharfer Knickung in den sogenannten Uterus, Fig. 13 *U*, übergeht. Dieser zeichnet sich durch ungemein starke Wandungen aus, welche übrigens, wie schon früher angedeutet, einer ganz excessiven Ausdehnung fähig sind. Seiner Form nach lässt er sich, wenn man ihn *in situ* betrachtet, mit einer Retorte vergleichen, bei näherer Untersuchung merkt man jedoch, dass dieser Vergleich nicht so recht passt. Das Organ stellt vielmehr eine gegen die Wirbelsäule hin weit offene Schale mit doppelten Wandungen dar, welche im nicht trächtigen Zustand in enger Berührung stehen. Mit anderen Worten: der Uterus besitzt kein präexistirendes Lumen, und bietet durch die soeben beschriebene Art der Faltenbildung die allergünstigsten Verhältnisse dar, um in seinem grossen Umfange, wie ihn eben die Dimensionen des Eies verlangen, mit möglichst viel Raumersparniss im Abdominalraum untergebracht werden zu können. Nach rückwärts verjüngt er sich ganz allmälig, seine Wände verlieren an Stärke und so zieht er sich, der Ventralseite der Niere durch Bauchfellfalten fest angeheftet und auswärts vom Ureter gelagert, hinab zur Cloake. Auf dem Weg dahin zeigt er in seinem letzten Drittel zwei, rasch sich folgende, kurze Auftreibungen, von denen die obere eine feine, unregelmässig sternförmige, die untere eine vollkommen kreisrunde Oeffnung zeigt. Jene (Fig. 13 *a*) ist die enge Ausmündungsstelle des Oviducts,

diese — und ich komme darauf noch ausführlicher zu sprechen — des Ureters (Fig. 13 *b*). Genital- und Harn-Papille sind also im vorliegenden Fall vollkommen von einander getrennt!

Die letzten Enden beider Oviducte stehen durch eine breite Brücke, Fig. 13 *B*, in gegenseitiger Verbindung und verstreichen allmälig in der faltigen Dorsal-Wand der Cloaken-Höhle resp. des Sinus genitalis (*DW*). Mit der Cloake treten, wie bei den übrigen Sauriern, Drüsen in Verbindung, worüber ich jedoch keine näheren Untersuchungen angestellt habe.

Männliche Geschlechtsorgane.

Der Hoden besitzt eine rundliche, nach hinten etwas zugespitzte Gestalt, ist von weisser Farbe und lässt schon bei schwacher Vergrösserung die vielfach geschlängelten Samenröhren an seiner Oberfläche erkennen. Er erhält eine starke Arterie, welche in ihrer Verästelung zierliche Netze bildet; das venöse Blut strömt in zahlreichen Canälen zur Vena revehens des Nieren-Pfortader-Systems und die Paradidymis stimmt sowohl nach Form, als nach Lage und Färbung vollkommen mit dem analogen Gebilde des Weibchens überein. Merkwürdig ist ihr Verhältniss zu dem einzigen Ausführungsgang, den der Hoden an seinem oberen Ende abschickt, insofern sie von demselben förmlich durchsetzt wird. Dabei verbinden sich beide Gebilde so innig mit einander, dass eine Trennung ohne Verletzung des einen oder des andern nicht wohl angeht. Der Nebenhoden ist keulenförmig aufgetrieben und besteht aus einer Menge dicht verschlungener Canälchen.

Die Ruthen sind wie bei Lacerta doppelt und liegen genau wie dort in subcutanen Taschen der Schwanzwurzel, jedoch habe ich keine näheren Untersuchungen darüber angestellt, da dies von Lereboullet und Leydig aufs Ausführlichste geschehen ist.

Noch habe ich zweier nierenförmiger Spalten Erwähnung zu thun, welche sich auf der rechten und linken Seite der hinteren Cloaken-Lippe des Männchens finden. Greift man mit der Pincetten-Spitze sorgfältig in sie hinein, so gelingt es an Präparaten, die längere Zeit in schwachem Spiritus gelegen hatten, ein feines, weissliches Häutchen zu Tage zu fördern, das sich unter dem Mikroskop als ein kleines Säckchen mit einer Doppelspitze ähnlich einer Mitra darstellt. Letztere endigt blind und liegt im Grunde der Oeffnung, während

die weite Oeffnung des Sackes identisch ist mit der obgenannten nierenförmigen Oeffnung im äusseren Integument. Die zarten Wandungen des Säckchens vermochte ich nie vollkommen auszubreiten, sondern immer blieben sie von tausenden, kreuz und quer sich durchflechtenden Falten durchzogen, welche nach Lichtbrechung und Form ganz den Eindruck von elastischen Fibrillen hervorrufen, ähnlich denjenigen in der Eischale, wofür ich sie auch anfangs zu nehmen geneigt war. Ist dies nun auch keineswegs der Fall, so gehört die Substanz des Säckchens damit doch in eine Kategorie, indem sie als eine durchaus structurlose, glashelle Cuticula zu betrachten ist. Ich fasse sie als das fest gewordene Product (Ausguss) einer unterliegenden Drüsenschicht auf und stelle sie deshalb in eine Reihe mit den sogenannten Schenkeldrüsen der Eidechsen.

Sehr auffallend waren mir die zwei schon oben erwähnten, annähernd halbmondförmigen, echten Knochen, welche nicht in der Haut, sondern unter der Haut der Schwanzwurzel und zwar auf deren Ventralseite liegen (Fig. 8 *aa'*). Sie entsprechen in ihrer Lage der vorderen Lippe der soeben beschriebenen, spaltförmigen Oeffnung, sind also paarig und haften äusserst fest an den Fascien der oberflächlichen Muskulatur, welche theilweise (namentlich in der Richtung nach vorn zu) von ihnen ihren Ursprung nimmt. Sie bilden jederseits eine nach oben und einwärts offene, knöcherne Hohlrinne für die Ruthe, zu der sie somit in allernächster Beziehung stehen. Vielleicht dienen sie dazu, mit Hülfe der Muskelwirkung den Ruthencanal wie eine Fallthür abzusperren, wenn das Organ ausgestülpt ist, um ihm so seine Lage zu sichern?

Das Weibchen besitzt keine Spur dieser Knochen, ebensowenig irgend eine Andeutung jener spaltförmigen Oeffnungen an der Ventralseite der Schwanzwurzel.

Harn-Apparat.

Die beiderseits gleichmässig entwickelten Nieren besitzen etwa birnförmige Gestalt mit dickerem oberen und spitz ausgezogenem unterem Ende. Sie weichen also von demselben Organ der Eidechsen gewaltig ab. Ihr äusserer Rand ist schwach eingekerbt und convex, während der innere fast vollkommen gerade verläuft und demjenigen der andern Seite so eng anliegt, dass man auf den ersten Anblick, namentlich im hinteren Nierenabschnitt, an einen vollkommenen Zusammenfluss der Organe beider Seiten denken könnte.

Von einer blattartigen Zeichnung auf der Oberfläche, welche LEYDIG bei den Eidechsen von einer bestimmten Anordnung der Harncanälchen herleitet, kann ich bei diesen Sauriern nichts wahrnehmen. Dagegen zeichnet sich der in der Mitte der Ventralfläche liegende, weissliche Harnleiter ziemlich deutlich ab, er ragt aber nicht so weit nach abwärts ins Becken, wie die Nierenspitze, sondern lenkt beim Weibchen schon etwas früher zum Oviduct ab, zu dem er eine äusserst merkwürdige Beziehung eingeht. Er trifft denselben in seiner hinteren Peripherie, durchsetzt ihn in seiner ganzen Dicke und löthet sich mit seinem letzten Ende in seiner ventralen Wand förmlich ein. Ich weiss nicht, ob ein ähnliches Verhalten schon irgendwo anders in der Thierwelt zur Beobachtung gekommen ist, jedenfalls wirft diese Thatsache ein helles Licht auf die entwicklungsgeschichtliche Bedeutung des MÜLLER'schen Ganges! Ich werde vielleicht Gelegenheit haben, dieses Thema später noch ausführlicher zur Darstellung zu bringen, und will für heute nur noch hinzufügen, dass man sich den Oviduct in dieser Region nicht mehr als hohl zu denken hat, das Lumen ist vielmehr von der Stelle *a*, Fig. 13. an vollständig obliterirt. Nur in einem einzigen Fall fand ich es bis zu seinem letzten Ende herab, wenn auch in sehr geringem Grade, fortbestehen, und es würde sich wohl lohnen, hierüber erneute Untersuchungen anzustellen.

Bei Männchen fliesst der Harnleiter mit dem Vas deferens kurz vor der Cloake zusammen, um dann mit einer gemeinschaftlichen Oeffnung auf der Papilla genitalis auszumünden.

Die Blase, Fig. 8 *V*, weicht von der allen Sauriern gemeinschaftlichen Form nicht ab. Zwischen ihr und der dorsalen Wand des Beckengürtels findet sich constant ein grösseres, in zwei Lappen angeordnetes Fettlager, was meines Wissens auch die Eidechsen characterisirt.

Aquaeductus vestibuli.

Ich habe hierüber vor Kurzem eine vorläufige Mittheilung veröffentlicht und bin nun heute im Stande, auch diese und jene anderen Vertreter aus der Familie der Ascalaboten zum Vergleiche herbeizuziehen. Wenn es mir nicht vergönnt war, meine Untersuchungen soweit auszudehnen, wie ich anfangs die Absicht hatte, so war daran

der Mangel an Thiermaterial schuld, dem vielleicht später noch abgeholfen werden kann. Die Thiere, die mir augenblicklich zu Gebot standen, verdanke ich der Güte Gegenbaur's und Fürbringer's.

Ich verhehle mir deshalb nicht, dass ich in dem Gebotenen mit keiner vollkommen abgeschlossenen Arbeit hervortrete, schon aus dem einen Grunde nicht, weil ich den übrigen Theilen des Gehörorgans nur eine sehr flüchtige Aufmerksamkeit schenken konnte. Hätte ich auch diese noch ausführlicher studiren wollen, so wäre mir erstens wieder mehr Material und dann vor Allem mehr Zeit von Nöthen gewesen, als dies der Fall war. Wenn ich es nun dennoch wage, das Gefundene zu veröffentlichen, so geschieht es deshalb, weil ich nur wie von ungefähr an dieses Thema gerathen bin, während mich eine andere, grössere Arbeit auf ganz anderen Bahnen beschäftigt hielt. In welcher Zeit ich diese zum Abschluss bringen werde, kann ich nicht bestimmen, jedenfalls aber war mir der neue Stoff zu interessant, um ihn so alt werden zu lassen.

Ehe ich nun zur eigentlichen Schilderung übergehe, möchte ich einen kurzen Blick auf den Aquaeductus vestibuli sämmtlicher Wirbelthierclassen werfen, denn nur so ist es möglich, das richtige Verständniss für die hier vorliegenden Verhältnisse zu gewinnen. Da mir aber hierüber keine eigenen Erfahrungen zu Gebote stehen, so sehe ich mich genöthigt, im Folgenden der Darstellung Hasse's (Die Lymphbahnen des inneren Ohres der Wirbelthiere) zu folgen und dieselbe, da wo es nöthig ist, selbst wörtlich wiederzugeben.

Schon bei Myxine glutinosa und Petromyzon beobachtet man ein aus dem Vestibulum sich erhebendes mit Concrementen mehr oder weniger gefülltes Rohr, das sich schliesslich zu einer Art von Blase erweitert. Bei den Teleostiern, wo es zu einer Differenzirung des Vestibulums in einen Sacculus und Utriculus kommt, ist es immer der erstere, von dem der Aquaeduct seinen Ausgang nimmt. Da sich nun bei den Knochenfischen eine Apertura aquaeductus vestibuli im Sinne von Petromyzon der Skeletverhältnisse wegen nicht finden kann, so kommt hier das blindgeschlossene, angeschwollene Ende des Aquaeductus in eine »grosse, rundliche Oeffnung« der Dura zu liegen. Bei den Clupeiden kommt ein Zusammenfluss der Aquaeducte beider Seiten, somit eine Communication der beiden endolymphatischen Räume zu Stande.

Von Spinax acanthias sagt Hasse: »Der Ductus endolymph. erhebt sich aus dem oberen Theil der Sackinnenwand als eine dünnwandige, cylindriche Röhre mit weiter Mündung, läuft dann ein

wenig mehr nach vorne gewandt an der Innenwand der Commissur der Bogengänge, innerhalb der knorpeligen Labyrinthkapsel, derselben anliegend, empor, dicht umhüllt von dem an der Innenwand des Gehäuses ausserordentlich derben Perioste und tritt dann am oberen Ende der Commissur, das Periost röhrenartig vor sich her ausstülpend, durch eine Oeffnung an der Grenze der Labyrinthkapsel und des Schädeldaches und schwillt unter dem Integumente sackartig Saccus endolymphaticus) an. Dieser Sack ist dann dem der andern Seite ausserordentlich genähert und wie bei den Cyclostomen mit Kalkconcretionen erfüllt. Diese, welche wie die Otolithen gestaltet sind, können sich auch im Canale finden. Das mit dem Aquaeduct ausgestülpte Periost endet nun aber nicht als blind geschlossener Sack, sondern öffnet sich mittelst feiner Oeffnungen im Integumente an der Kopfoberfläche«. Hasse denkt sich dieses merkwürdige Verhalten der Plagiostomen folgendermassen entstanden: das Auswachsen des Recessus labyrinthi findet gegen das Dach des häutigen Primordialcraniums statt und zwar in stärkerem Grade, als dies bei den Teleostiern der Fall. Bei den letzteren geschieht es nur so weit, dass das blindgeschlossene Ende des Canales gerade an die Schädeldecken anstösst, also noch in das Cavum cranii zu liegen kommt, bei den Selachiern jedoch erstreckt sich das höchste Ende der Wasserleitung bis in eine Lage, wo später die Schädeldecken entstehen. Von Seite dieser findet nun ein Umwachsen des Aquaeductus statt, oder anders ausgedrückt, es bleibt durch das weite Hinaufragen des letzteren eine Offnung in den Schädelknochen bestehen, in die er hineinpasst.

Was die freie Oeffnung des Aquaeductus an der Schädeloberfläche betrifft, so lässt sich Hasse folgendermassen darüber vernehmen: »es hat mir geschienen, als ob aus dem Binnenraum der Hülle des Saccus endolymphaticus, ausser der gegen die Kopfoberfläche gehenden Röhre Communicationen in einen unter dem Integument des Schädels gelegenen lymphsackartigen Raum gingen, der demnach vorzugsweise zur Aufnahme des abfliessenden Liquor perilymphaticus bestimmt wäre, welcher ja deswegen nicht in die Schädelhöhle fliessen kann, weil die Apertura aquaed. vestibuli das Foramen ovale nach Weber nicht an der Innenwand der Gehörkapsel, im Bereich des Cavum cranii, sondern an der Grenze der Ober- und Innenwand, an der Schädeloberfläche befindlich ist.

Amphibien. »Schon seit Calori weiss man von einer zwi-

schen den bulbae auditoriae befindlichen Kalkmasse. Sie erstreckt sich beim Axolotl nach hinten von den Lobi optici über die Corpora quadrigemina, die ganze Medulla oblongata, den Quintus, den Acusticus im meatus auditorius internus bis zum Willis'schen Nerven und erscheint auf ihrer Oberfläche ein wenig convex, in der Mitte ihrer Unterfläche ein wenig concav. Diese Kalkmasse lässt sich ohne Verletzung des Gehirnes abheben. Sie besteht aus einer Anzahl von Krystallen von kohlensaurem Kalk«.

Schon Calori brachte also diese Masse in Verbindung mit dem Gehörorgan und hielt sie für einen Resonanz-Apparat. Diese ganze Masse repräsentirt die von beiden Seiten zusammengeschmolzenen Sacci endolymphatici, und liegt zwischen Dura mater und der eigentlichen Gehirnhülle, wobei sie, wie bei den Fischen, unter den Knochen des Schädeldaches gelagert erscheint.

Hasse leitet dieses von den Plagiostomen abweichende topographische Verhältniss von einer früheren Bildung der Belegmassen des häutigen Primordialcraniums her. An einer einzigen Stelle lässt sich die Kalkmasse nicht vom Gehirn abheben, sondern zeigt sich mit dessen Hülle verbunden und sieht man genauer zu, so trifft man hier in dem Kalksack eine Anzahl querer Spalten, wodurch eine Verbindung mit dem Cavum epicerebrale und dem Sacc. endol. hergestellt ist! — Es drängte sich mir hierbei die Frage auf, wodurch denn in diesem Falle die Kalkconcremente von einem Austritt in das Cav. epicerebrale geschützt sind? Ein solcher, sollte man glauben, wäre unvermeidlich, wenn die Krystalle jene leichte Verschiebbarkeit besitzen, welche ich bei den Geckotiden beobachtete.

Aehnlich wie der Axolotl verhalten sich die übrigen Urodelen, jedoch kommt es hier entweder nur in Ausnahmsfällen oder auch gar nicht zu einer Verschmelzung der beiden Kalksäcke, wie auch jegliche Communication mit dem Cavum epicerebrale vollkommen fehlt.

Ein massigerer Sack, als bei allen bis jetzt beschriebenen Thiergattungen, kommt den Anuren zu. Er zeigt hier nicht nur dieselbe Ausdehnung, wie bei den geschwänzten Batrachiern, sondern zieht auch in der Gegend des Hirnanhangs unter der Basis cerebri hinweg, wobei er mit dem der andern Seite zusammenfliesst. Somit findet sich hier, da auch an der Hirnoberfläche eine Communication beider Seitenhälften statt hat, ein das Gehirn umgreifender, vollkommen geschlossener Kalkgürtel.

»Mit den Batrachiern hat nun«, sagt Hasse, »der Saccus endol. in der Thierreihe das Maximum seiner Entwicklung erreicht und wenn auch der Ductus endolymphaticus, der Recessus labyrinthi, die Vorhofswasserleitung in toto nichts weniger, als eine regressive Metamorphose bei den höheren Wirbelthieren erfährt, so sehen wir doch niemals den Saccus eine solche excessive Ausdehnung gewinnen und mit dem der andern Seite communiciren. Jedes Vestibulum ist also von dem andern vollkommen getrennt«. Ueber die Reptilien macht Hasse die Bemerkung: »keine Wirbelthierclasse möchte mit Bezug auf die Vorhofswasserleitung ausgiebiger studirt sein« und wenn dies nun auch im Ganzen richtig ist, so möchte ich doch daran erinnern, dass weder Comparetti, Geoffroy, Windischmann und Carus, noch irgend ein Anderer, der sich mit der vergleichenden Anatomie des Gehörorgans befasste, der so überaus reichen Familie der Ascalaboten auch nur die geringste Aufmerksamkeit schenkte! Wie sehr sich das gelohnt hätte, hoffe ich im Folgenden zeigen zu können.

Bei Coluber natrix stellt der Saccus endolymph. ein kleines Bläschen dar, welches »unmittelbar unter der Naht zwischen Parietale und Occipitale superius gelagert, von der an dieser Stelle verdickten Dura des Schädeldaches überzogen wird und dicht an das der andern Seite anstösst, ohne sich jedoch in dasselbe zu öffnen und ohne mit dem Cavum epicerebrale zu communiciren«. Hasse fand diese Säckchen im erwachsenen Zustand nie mit Kalkkrystallen, sondern nur mit einer Flüssigkeit gefüllt, worin er auch mit Carus übereinstimmt (Müller's Archiv 1841). Beim Embryo sind sie voll von Otolithenbrei und schimmern durch das Integument durch. Carus fügt eine Abbildung der Krystalle bei, woraus ich ersehe, dass dieselben in der Form sowohl als den wechselnden Grössenverhältnissen vollkommen mit den Geckotiden übereinstimmen.

Ganz ähnlich, wie die Vorhofswasserleitung der Ringelnatter verhält sich auch diejenige der Eidechsen, jedoch fügt Hasse in Betreff der Lagerungsverhältnisse folgende interessante Bemerkung bei, wodurch man da und dort an die entsprechende Bildung des Phyllodactylus erinnert wird: »Der Aquaeduct tritt, nachdem er die Apertura der Gehörkapsel verlassen, nicht wie bei den Amphibien, frei in den Raum zwischen Dura und Gehirnhülle, sondern verläuft zuerst von einer periostalen Hülle umgeben, an der Schädelseitenwand, an dem Wulst, den die Commissur erzeugt, nach vorn oben und erst nach Bildung seines Saccus

endol. ragt er theilweise in den Raum zwischen Dura und Gehirnhülle hinein«. Hasse benutzt mit Recht diese Thatsache, um darauf aufmerksam zu machen, wie die Reptilien hierin zu den Plagiostomen in viel innigeren Beziehungen stehen, als die Amphibien. — Der Saccus endol. liegt bei den Eidechsen noch tiefer in den Knochen des Schädels eingebettet, als bei den Schlangen, was mir als ganz allmäliger Uebergang nicht nur zu den Plagiostomen sondern auch zu den Ascalaboten vom allergrössten Interesse war. Wie bei Coluber natrix so sollen auch bei den erwachsenen Echsen, Schildkröten und Scinken die Säcke absolut frei von Krystallen sein. Bei allen den genannten Thieren findet sich keine Verbindung des Organes mit dem Cavum epicerebrale, was erst bei den Vögeln der Fall ist. Der Ductus entspringt hier mit so weiter Mündung von der Sackinnenwand, dass letztere in toto zum Canal ausgezogen erscheint. Im embryonalen Leben ist der Sack noch geschlossen und die Communication mit dem Cavum epicerebrale findet sich erst beim Erwachsenen. Ob zu irgend einer Periode Kalkkrystalle in dem Sack vorhanden sind, vermag Hasse nicht anzugeben.

Nach Böttcher's schönen Untersuchungen (Archiv f. Anat. u. Physiol. 1869) endet der aus zwei zusammenfliessenden Canälen sich componirende Aquaeduct der Katzen nach oben in der Schädelhöhle mit einem »leicht von innen nach aussen abgeplatteten Sack, der bei Embryonen zahlreiche Vorsprünge zeigt (ähnlich dem betreffenden Gebilde der Amphibien) und von dem faserigen Bindegewebe der Dura umschlossen wird. Bei der erwachsenen Katze erscheint nun dieser Sack weit und zieht sich zum Theil längs des Sinus petrosus inferior hin, von dem er nur durch eine faserige Scheidewand getrennt ist«. Hasse vermochte diese Befunde an Rinds- und Schweinsembryonen, sowie an neugeborenen Menschen zu bestätigen, glaubt aber »Grund zu der Annahme zu haben«, dass der Sack bei Rindsembryonen, obgleich von der Dura bedeckt, doch mittelst einer kleinen Oeffnung in der letzteren, mit dem Cavum epicerebrale communicire.

Am Schlusse seiner Abhandlung fasst Hasse seine Befunde folgendermassen zusammen: »Sämmtliche Wirbelthiere besitzen eine, aus dem Vestibulum sich erhebende Röhre, die mit Ausnahme der Plagiostomen, wo dieselbe auf die Schädeloberfläche führt, bei allen Thieren in die Schädelhöhle sich begibt, und entweder blindgeschlossen endet und einem epicerebralen Lymphraum ansteht, oder in

denselben sich öffnet. Es ist dies der Ductus endolymphaticus oder Aquaeductus vestibuli mit dem Saccus endolymphaticus, von dem wir wissen, dass er eine blindgeschlossene Ausstülpung des Labyrinthbläschens gegen das Cavum cranii hin darstellt.

Der Aquaeduct des Phyllodactylus.

Schon früher habe ich auf die gelblichen Flecken der Haut, rechts und links von der Halswirbelsäule, aufmerksam gemacht. Zieht man nun an dieser Stelle die Haut vorsichtig ab, so bekommt man beiderseits einen grossen Beutel zu Gesicht, der durch seine unregelmässig eingekerbten Ränder und seine kreideweisse Farbe imponirt (Fig. 3 *Se*). Er liegt nicht frei unter der Haut, sondern in einen mehr oder weniger starken Fettmantel eingehüllt, der sich noch ziemlich weit in benachbarte, subcutane Hohlräume hineinziehen kann. Dieses ist an der hinteren Circumferenz des Gebildes in solchem Maasse der Fall, dass sich das gelbliche Fettgewebe an den Flanken bis zum Beckengürtel nach rückwärts zieht. Den unterliegenden Fascien haftet die Blase sehr fest an und zieht sich wohl auch mit blindsackartigen Auswüchsen da und dort tiefer zwischen die Muskelgruppen des Nackens hinein; constant ist dies der Fall mit einem an der vorderen Umgebung des Organs abgehenden längeren blindgeschlossenen Canal (Fig. 3. 4 *C*), der sich so tief einbohrt, dass er unmittelbar hinter der Pars basilaris ossis occipitis liegend, direct über der Schleimhaut am Dache des Schlundkopfes getroffen wird.

Was die Lage dieser Gebilde anbelangt, so füllen sie den Raum zwischen der seitlichen Partie des Schultergürtels und dem Hinterhaupt in den meisten Fällen vollständig aus, und wenden sich auch noch ventralwärts gegen die Kehle hinab. Letzteres kann unter Umständen in solchem Maasse erfolgen, dass sie sich unterhalb des Larynx in der Mittellinie beinahe berühren. Während man bei erwachsenen Thieren, wo die Einkerbungen der Ränder selten sehr tief gehen, nicht wohl von einem eigentlichen Zerfall in wohl differenzirte Lappen sprechen kann, ist dies bei ganz jungen Exemplaren im ausgedehntesten Maasse der Fall, und sogar zuweilen so stark ausgesprochen, dass die einzelnen Partien oft nur noch durch haarfeine Stiele zusammenhängen. — Fig. 4 *Se* stellt ein halb ausgewachsenes Individuum dar, bei welchem schon eine ziemlich ausgedehnte Verschmelzung der Lappen stattgefunden hat; jedoch

ist die frühere Trennung da und dort durch tiefe Furchen wohl noch zu erkennen.

Wenn man es hierbei mit der Präparation bewenden liesse, so könnte man das Ganze für einen ringsum geschlossenen Körper halten. Hebt man aber die oberflächliche Nackenmuskulatur sorgfältig ab, so wird man einen stark geschlängelten, feinen Gang (Fig. 3 und 4 *Aqu*) gewahr, der wie ein weisses Band zum Hinterhaupt nach vorne und oben zieht. Dieser sowohl, wie der oben geschilderte, blind endigende Canal ist mit den Fascien aufs Innigste verwachsen und beide können nur nach Durchschneidung aller umliegenden Muskeln isolirt werden. Ist dies geschehen, so wird man an der medialen Seite der Blase, unmittelbar an der Abgangsstelle des zuletzt geschilderten Ganges zwei fest zusammenhängende, röthlichweisse Knötchen gewahr, welche ich für die Thymus anzusehen geneigt bin.

Hat dieser Canal den hinteren Bogengang überschritten, so zieht er durch eine feine Spalte zwischen der Decke der Gehörkapsel und dem Scheitelbein hinein in das Cavum cranii. Hier schwillt er bedeutend an, wendet sich mit einem blindsackartigen Ausläufer nach vorne, und zieht dann der Hintergrenze des Parietale entlang, schräg nach einwärts und rückwärts gegen den hintersten Abschnitt der Scheitelnaht (Fig. 4 *B*). Hier stossen die Hälften beider Seiten so nahe zusammen, dass ich Anfangs an eine vollkommene Verschmelzung dachte, welche Vermuthung sich jedoch keineswegs bestätigte. Die weissen Kalkschläuche sind durch die Schädelknochen hindurch sichtbar und zeigen bei jungen Thieren eine relativ grössere Entfaltung; um sie jedoch genauer untersuchen zu können, ist man genöthigt, die Parietalia auszubrechen, und den ganzen Schädel in sagittaler Richtung zu halbiren. Dadurch gewinnt man die volle Ansicht der Innenwand der Gehörkapsel, an welcher sich das Gebilde weit nach hinten bis in den Bereich des Foramen magnum und des Nachhirns zieht, um hier mit einem spitz ausgezogenen Blindsack zu endigen. Dabei zeigt es nach dieser und jener Richtung hin buckelige Hervorragungen und liegt eng eingepresst zwischen Knochenwand und Dura mater. Es gelingt jedoch leicht, letztere davon abzuheben, wobei die Anheftung an den Knochen in ihrer Festigkeit keineswegs gelockert wird.

Kurz vor der hintersten Spitze des soeben genannten Blindsacks, sieht man an seiner unteren Grenze ein zartes, ebenfalls intensiv weisses Canälchen abgehen, welches sich in die Apertura aquaeductus

vestibuli einsenkt, um diese zu durchsetzen und wie bei den Eidechsen mit dem Sacculus in Verbindung zu setzen. Noch viel deutlicher übersieht man den abgehenden Canal in seinen Beziehungen zur Schädelinnenwand, wenn man die ganze Schädelhälfte vor der Präparation in eine schwache Carminlösung legt; dadurch nehmen die Kalkschläuche eine hell rosige Färbung an, und heben sich von dem dunkelrothen Untergrund aufs beste ab.

Wir haben es somit unzweifelhaft mit dem Aquaeductus und Saccus endolymphaticus zu thun und zwar unter Verhältnissen, welche vielleicht durch den Umstand an die Plagiostomen erinnern können, dass die Dura zwischen Parietale und dem hinteren Bogengang unter Erzeugung einer Art von Tasche eine Ausstülpung erfährt, welche sich jedoch nicht als Hülle für den Gang und Sack über das Cavum cranii hinauserstreckt. Sie setzt sich vielmehr genau an der Stelle, wo der Aquaeductus zur Nackenmuskulatur hinaustritt, an den betreffenden Schädelknochen fest und wird von jenem durchbohrt. Eine Communication mit dem Cavum epicerebrale findet nirgends statt. Wir sehen somit, dass die Vergleichungspuncte nur auf sehr schwacher Basis ruhen und dass uns in der Thierreihe keine weitere Thatsache vorliegt, welche für die Projection irgend eines und vollends so hochwichtigen Theiles des Gehörorganes in die Nackengegend bis zum Schultergürtel hinab sprechen würde!

In Bezug auf die histologischen Verhältnisse stimmt Sack und Gang mit den Befunden an den übrigen Wirbelthierclassen überein, d. h. es handelt sich um ein zartes Gerüste aus elastischen und Bindegewebsfasern, ausgekleidet von einem unregelmässig polygonalen Platten-Epithel. Dasselbe Fig. 6) zeichnet sich durch deutliche Kerne und feinkörnigen Character aus; es wird erst sichtbar, wenn man die in dem Sack enthaltenen Krystalle durch eine Säure zerstört. Man kommt jedoch auch zum Ziele, wenn man das Ganze einige Tage in MÜLLER'sche Flüssigkeit legt und dann den Inhalt sorgfältig auspinselt. Bei dieser Behandlung wird man auch ein überaus reiches Capillarnetz gewahr, welches die Wandungen umspinnt und in einem einzigen Fall bekam ich auch Cylinder-Zellen zu Gesicht, welche sich an dem dickeren Ende durch einen zarten Wimperbesatz auszeichnen. Woher diese stammten, konnte ich nicht mehr mit Sicherheit eruiren, da ich diesen Fund gerade am letzten der mir zu Gebot stehenden lebenden Thiere gemacht hatte. An dem-

selben Individuum fand ich auch starke Nervenfasern, über deren Abkunft ich leider ebenfalls nicht ins Klare kam. Es liegt auf der Hand, wie wichtig es wäre, auf diese beiden Puncte ein wiederholtes Augenmerk zu richten!

Der Inhalt des Organes besteht, wie schon bemerkt, aus Krystallen (Fig. 5), welche erst bei ziemlich starker Vergrösserung sichtbar werden und die allerwechselndsten Grössenverhältnisse darbieten. In der Form gleichen sie kleinen, an beiden Seiten abgerundeten, oder auch zugespitzten, vierseitigen Säulen, welche mit denjenigen des Otolithensacks vollkommene Uebereinstimmung zeigen, von letzteren jedoch an Grösse stets übertroffen werden. Dieselbe Beobachtung hat auch schon Carus l. c. an Schlangen-Embryonen gemacht, weshalb er geneigt ist, die Concremente des Otolithen-Sackes als früher entstanden anzusehen. Ja er lässt sich sogar dadurch zu folgender, irriger Auffassung verleiten: »Unwiderleglich folgt übrigens aus dem Obigen, dass die Krystallbildung am Hinterhaupt auch mit der Krystallbildung des Ohres nichts gemein hat und als selbstständige, nur der Knochenbildung vorausschreitende Erscheinung anzusehen ist!« Carus fasst somit die ganze Bildung als Kalk-Depot auf, welche einem späteren Resorptions-Process anheimfällt.

Die kleinsten Krystallsäulen zeigen stets eine äusserst lebhafte Molecular-Bewegung und werden von den grössten an Volum wohl um das 40—50 fache übertroffen. Alle liegen in einer viscösen Flüssigkeit suspendirt, welche bei Verletzung des Sackes langsam hervorquillt und als milchweisse Wolke sofort auf den Grund der Präparir-Schale sinkt. Setzt man Salpetersäure zu, so findet eine Auflösung der Concremente unter lebhaftem Aufbrausen statt. Ist der Inhalt des Sackes ausgetreten, so collabirt letzterer, legt sich in viele Falten und ist von der hellen Muskulatur nicht leicht zu unterscheiden.

An Spiritus-Exemplaren bekommt man von der Form und Grösse des Saccus und Ductus endolymphaticus keine genügende Vorstellung, insofern beide durch eine starke Entziehung von Flüssigkeit viel kleiner und hie und da wie geschrumpft erscheinen.

Der Aquaeductus vestibuli von Ascalabotes maur.

Zieht man die Haut des Nackens sorgfältig ab, so sieht man, dass sie in der Gegend der Columna vertebralis der unterliegenden

Muskelschicht fest adhärirt, während sie sich nach beiden Seiten hin, gegen den dorsalen Theil des Schultergürtels auf das leichteste lospräpariren lässt. Mit andern Worten: es finden sich hier, wie bei Phyllodactylus, weite Hohlräume unter der Haut, in denen sich ein vielfach durchbrochenes Balkenwerk aus Bindegewebe ausspannt. Dazwischen liegen Fettmassen eingestreut, welche sich weit unter der Haut fortziehen, so namentlich an den Seiten und gegen die Sternal-Gegend hinunter.

Abgesehen von diesem Fett- und Bindegewebslager ist auf der Muskulatur nichts Auffallendes zu entdecken, und es fehlt bei dieser Präparations-Methode jede Spur eines unter der Haut liegenden Kalkbeutels, wie wir ihn bei Phyllodactylus getroffen haben.

Diesem Umstande, dass für die Aufsuchung des Saccus gerade bei dem gemeinsten aller Geckotiden etwas complicirtere Verhältnisse zu überwinden sind, möchte ich es zuschreiben, dass ein Organ von solch grossen Dimensionen bis jetzt ganz unberücksichtigt geblieben ist. Um es hier darzustellen, ist man nämlich gezwungen, die oberflächliche Muskulatur behutsam abzutragen, worauf man an derselben Stelle, wo bei Phyllodactylus der zu den Scheitelbeinen aufsteigende Gang liegt, jederseits zwei weisse, kuchenartige Körper von annähernd dreieckiger Gestalt zu Gesicht bekommt (Fig. 14 *a*). Die abgestumpfte Spitze des Dreiecks verschwindet unter dem Hinterrand der Scheitelbeine, die breite Basis schaut nach rückwärts. Diese Körper sind keineswegs symmetrisch geformt; bei dem mir vorliegenden Präparate z. B. ist derjenige der linken Seite nur vorne an seinem verjüngten Ende schwach eingekerbt und besitzt an den übrigen Seiten fast durchaus glatte Ränder. Im Gegensatz dazu ist das Organ der rechten Körperhälfte fransenartig ausgeschnitten.

Auf den ersten Anblick könnte man glauben, dass dadurch Sack und Gang des Phyllodactylus auf einmal dargestellt würden, was aber keineswegs der Fall ist, vielmehr lehrt eine sorgfältig bewirkte Isolirung des Kalkbeutels, dass von seiner Unterfläche ein feiner Gang abgeht (Fig. 14 *b*), der sich in senkrechter Richtung in die Muskelmasse zwischen Wirbelsäule und Opisthoticum einbohrt. Um ihn genauer verfolgen zu können, hat man die gesammten Muskelschichten des Nackens auszuschneiden, bis man auf die Schleimhaut trifft, welche das Dach des hintersten Theiles der Mundhöhle und des Anfanges vom Schlundkopfe bildet. Hier schwillt der zarte, weisse Canal zu einer zweiten, noch viel grösseren Kalkmasse an, als die erstere war. Von letzterer unterscheidet sie sich

auch durch ihre vielfach gelappte Form und die Erzeugung von stark geschlängelten, blind geschlossenen Canälen, welche in den verschiedensten Richtungen oberhalb der Mundschleimhaut verlaufen Fig. 14 *c, c*). Die einen zwängen sich zwischen die tiefsten Muskellagen des Nackens und Hinterhauptes ein, die andern umgreifen seitlich die Wirbelsäule, wieder andere umstricken die Carotis cerebralis. Auch die Thymus wird von ihnen eng umspannt.

Ein besonders starker Gang, welcher unmittelbar zwischen Os occipitale laterale und der Mundschleimhaut liegt, senkt sich nach vorn und aussen zu in den Recessus scalae tympani ein und scheint als ein ungemein feines, fadenartiges Gebilde in das Foramen rotundum s. cochleare einzudringen Fig. 14 *d*, Fig. 2 *d'*. Da sich in diesem letzten Ende keine Concremente mehr befanden, war die weitere Verfolgung ungemein erschwert, auch war der Conservirungs-Zustand des betreffenden Präparates so mangelhaft, dass ich diesen Theil meiner Untersuchungen zu keinem günstigen Abschluss zu bringen vermochte.

Ich brauche wohl keine Worte darüber zu verlieren, von welch grossem Interesse es wäre, an der Hand eines reichen Materials die Untersuchungen weiter zu führen!

Kehren wir nun zu den zuerst beschriebenen Kalksäcken zurück und begleiten sie in die Schädelhöhle, so finden wir sie hier im Bereich der hinteren Circumferenz der Parietalia in einer Art von Tasche der Dura mater gelagert, wie wir dies bei Phyllodactylus gesehen haben. Auch zeigt sich hier wie dort eine mächtige Anschwellung, jedoch — und dies ist eine sehr wesentliche, an die Amphibien erinnernde Abweichung — kommt es hier zu einem breiten Zusammenfluss beider Hälften unterhalb des hintersten Abschnittes der Parietal-Nath (Fig. 14 *e*).

Nach vorne zu zeigt sich keine blinde Ausstülpung, sondern die ganze, dicke Masse schlägt gleich den Weg zum Hinterhauptsloch ein (Fig. 14 *f*), schickt einen feinen Canal zur Apertura aquaed. vest. (Fig. 14 *Aq*.), legt sich dann unter immer zunehmender Verbreiterung an die innere Wand der Gehörkapsel. Hier liegt sie zwischen Dura und der Knochenwand eingekeilt, greift bis zur Basis cerebri hinab auf den Schädelgrund und schlägt endlich den Weg zur Orbitalhöhle ein, wo sie in eine wechselnde Anzahl von dicken Canälen zerfällt Fig. 14 *ggg*. Dieselben zeigen eine Menge perlschnurartiger Auftreibungen und endigen theils spitz, theils mit keulen-

förmiger Auftreibung. Einer davon umgreift stets den Bulbus in der Richtung von unten innen nach oben und aussen und kommt in ziemliche Nähe der Gesichtsoberfläche zu liegen, während ein anderer Gang direct nach abwärts zum Boden der Orbita läuft. Da aber letzterer an dieser Stelle einfach von der Mundschleimhaut gebildet wird, so braucht man diese nur abzuheben, um vom Cavum orale aus der weissen Masse mit ihrem untersten Abschnitt ansichtig zu werden (Fig. 2 *G*).

Ich will noch hinzufügen, dass diese Canäle in Anbetracht ihrer topographischen Beziehungen zur Dura mater, welche überdies hier allein die Scheidewand zwischen Orbitalhöhle und Cavum cranii bildet, bei ihrem Austritt in die Augenhöhle selbstverständlich nicht erst die harte Hirnhaut zu durchbohren haben. In der Orbita angekommen liegen sie in nächster Nähe des Ramus I. vom Quintus und sind ebenfalls von jener, schon oft genannten ölartigen Substanz wie von einem zarten Mantel umhüllt. Dies gilt auch für einen Fortsatz, welcher in die Muskelmasse der die Hinterwand der Orbita bildenden Pterygoidei sich einbohrt.

Ganz ähnliche Verhältnisse traf ich auch noch bei verschiedenen andern Platydactylus-Arten der südlichen Halbkugel und kann mir deren Beschreibung füglich ersparen.

Dagegen möchte ich noch eines Hemidactylus von den Gesellschafts-Inseln Erwähnung thun, ohne jedoch angeben zu können, welcher Species derselbe angehört.

Die seitliche Nackengegend erscheint hier schon nach Abziehung der äusseren Bedeckung in gewaltiger Weise vorgebaucht und lässt auf einen geradezu monströsen Saccus schliessen, welche Vermuthung ich auch in ihrem vollsten Umfang bestätigen konnte. Was zunächst die Form anbelangt, so repräsentirt sie ungefähr ein gleichseitiges Dreieck, welches durch seine grossen Dimensionen die überliegenden Muskeln so weit nach aussen vorbaucht, dass sie den Eindruck von Fassreifen machen, welche den Kalkbeutel umspinnen. Die ganze Masse übertrifft die Hälfte des Schädels an Länge um ein gutes Stück, füllt den Raum zwischen Opisthoticum und Schultergürtel vollkommen aus und greift, wie bei Phyllodactylus weit am Halse hinunter. Auf seiner äusseren Oberfläche findet sich ein Netzwerk von seichten Einkerbungen, was wohl von der entwässernden Wirkung des Weingeistes herzuleiten ist.

An der vorderen Circumferenz des Beutels entspringt ein mit vielen seitlichen Ausbuchtungen versehener Gang, welcher sehr steil

emporsteigend, nicht, wie man von vorne herein erwarten könnte, zwischen Scheitelbein und hinterem Bogengang in die Schädelhöhle tritt, sondern oberhalb der Squama occipitalis blindgeschlossen endigt. Kurz vorher schickt er aber einen zweiten, viel engeren Canal ab, welcher sich in die Membrana obturatoria zwischen dem Bogen des Atlas und der Squama des Hinterhaupts einsenkt. Von hier steigt er, über dem Nachhirn liegend gegen das Cavum cranii empor, wo er wie bei Platydactylus an der hinteren Grenze der Parietalia mit dem der andern Seite zu einer breiten, weissen Platte zusammenfliesst. Ihre ferneren Schicksale innerhalb der Schädelhöhle sind ganz dieselben, wie bei Phyllodactylus, d. h. sie breitet sich weder seitlich vom Gehirn aus, noch tritt sie in die Augenhöhle, sondern communicirt einfach mit der Apertura aquaeductus vestibuli.

Von derselben Stelle nun, wo der oben beschriebene, zur Membrana obturatoria laufende Canal abgeht, nimmt noch ein zweiter, ebenso starker Gang in der Richtung nach unten und vorne seinen Ursprung, so dass die ganze Hinterhauptsgegend von oben und unten gabelartig umgriffen wird. Die übrigen Beziehungen zur Schleimhaut der Mundhöhle und zu dem Recessus scalae tympani sind ganz dieselben, wie bei Platydactylus. — Hieraus resultirt ein ringsum geschlossenes Canalsystem in der Regio petroso-occipitalis.

Werfen wir einen kurzen Blick auf die entwicklungsgeschichtlichen Verhältnisse des Ductus und Saccus endolymphaticus, so haben die Untersuchungen Böttcher's (Archiv f. Ohrenheilk. VI. Bd. 1873) und Rathke's (Entw. d. Schildkröten und der Natter) zu folgenden Ergebnissen geführt.

Sack und Gang sind keineswegs als Stiel aufzufassen, welcher in Folge einer unvollkommenen Abschnürung der Labyrinth-Blase aus der fötalen Zeit mit herüber genommen worden sein könnte. Die Labyrinth-Blase entwickelt vielmehr, nachdem ihr vollständiger Abschluss vorhergegangen, von ihrer oberen Circumferenz her einen Stiel gegen die Medulla oblongata zu. Dieser theilt sich durch einen Faltungsprocess in zwei Abtheilungen, und »die innere dieser Abtheilungen ist die Anlage des Epithelial-Rohres, aus welchem der Recessus resp. Aquaeductus vestibuli wird, der äussere wird zum verticalen Bogengang«. Dies gilt von den Säugethieren, aber auch

von den Reptilien (Natter) weiss man, dass das Kalksäckchen gegen das Ende der Fötalzeit immer grösser wird, was namentlich für seinen oberen Theil gilt. Auch kommt es mit letzterem dem Gebilde der andern Seite immer näher.

Dass auch Phyllodactylus eine Stütze für diese Auffassung liefert, habe ich schon oben angedeutet, als ich von einem Zusammenfluss der tiefgespaltenen Lappen des Saccus, also von einer Volum-Zunahme desselben beim erwachsenen Thiere sprach. Embryonen standen mir leider keine zu Gebot, um ganz sichere Angaben hierüber machen zu können, und wenn auch gegründete Annahme vorhanden ist, dass die Entwicklung im oben genannten Sinne vor sich geht, so bleibt die Sache immerhin merkwürdig genug, um aufs Genaueste von competenterer Seite nachgeprüft zu werden!

Was die physiologische Bedeutung dieses vielverzweigten Canalsystems betrifft, so scheint mir diese wesentlich eine zweifache zu sein. Man erinnere sich, dass die einzelnen Theile überall Stellen aufsuchen, deren Bedeutung als subcutane und interstitielle (in der Muskulatur liegende) Lymphräume wohl keinem Zweifel unterliegen kann, wobei ich namentlich noch einmal an die Beziehungen zum retrobulbären Raum (cfr. Schwalbe's Untersuchungen über die Lymphbahnen des Auges) erinnern möchte. Ich fasse also das Ganze als eine Art von Saugsystem auf, worin ich auch mit Hasse übereinstimme, indem dieser ebenfalls auf das Ausführlichste von einem endosmotischen Process zwischen dem Saccus endol. und Cavum epicerebrale handelt. Dabei macht er mit Recht auf den grossen Reichthum der Sackwand an Capillaren aufmerksam und fügt noch die Bemerkung bei: »der Nutzen des Saccus und Ductus wäre wohl auch der eines Reservoirs für den Liquor endolymphaticus in dem Augenblicke, wo der intralabyrinthäre Druck eine excessive Höhe erreicht, durch Aufnahme von Flüssigkeit aus dem Innern des Gehörorgans denselben herabzusetzen«.

Wohl ebenso wichtig scheint mir die schallleitende Function des ganzen Apparates zu sein. Hasse, der das Gehörorgan der Ascaloboten nicht kannte, schreibt, gestützt auf die Befunde an den übrigen Vertebraten, dieser Function nur eine secundäre Bedeutung bei, ja er scheint sie sogar, was auch in Anbetracht der anatomischen Verhältnisse nicht zu verwundern ist, da und dort nicht als ganz sicher gelten lassen zu wollen, indem er sagt: »Möglich wäre es dann auch bei denjenigen Thieren, welche namentlich, wie die Amphibien, einen unpaaren, ausgedehnten und kalkhaltigen Saccus

endolymphaticus besitzen, dass derselbe im Stande wäre, die die Schädelknochen treffenden Schallwellen in das Innere des Labyrinthes fortzuleiten« etc. Mag man nun darüber denken, wie man will, jedenfalls liegen bei den Geckotiden Verhältnisse vor, wo die Schallwellen nicht erst nöthig haben, die resistenten Kopfknochen in Schwingung zu versetzen, sondern durch die dünne Haut beinahe direct auf die Kalkbeutel zu wirken im Stande sind. Bei Platydactylus wäre auch eine Fortleitung durch die Schleimhaut am Dache der Mundhöhle denkbar, und jene in der Orbita liegenden Schläuche drängen sich so weit zur freien Oberfläche des Gesichts, dass sie so gut wie direct von den Schallwellen getroffen werden können!

Es liegt somit hier der merkwürdige Fall vor, dass jene Höhle, welche bei der ganzen übrigen Thierwelt nur dazu bestimmt ist, das Gesichtsorgan aufzunehmen, hier einem sehr wesentlichen Anhang der Gehörwerkzeuge zur Ausbreitung dient! Alles wirkt also bei diesen Geschöpfen zusammen, um dem betreffenden Sinnesorgan eine ganz excessive Feinheit und Vervollkommnung zu verschaffen, wovon man sich auch experimentell überzeugen kann. Nimmt man sich die Mühe, den gemeinen Gecko zu jagen, so wird er den Verfolger nie so weit herankommen lassen, dass er mit den Händen gegriffen werden kann. Bei dem geringsten Geräusch huscht er schattenartig an den Wänden hin und oft habe ich von einem Hinterhalte aus bemerkt, dass er sich schon auf die Flucht begibt, wenn er seinen Feind noch gar nicht sehen, sondern nur seine leisen Schritte hören kann[1]).

Es hat diese ungewöhnliche Ausbildung des Gehörorgans nichts so Wunderbares mehr, wenn man die Thiere in der Gefangenschaft zu beobachten Gelegenheit hat. Ich habe nämlich dabei mehr als einmal den Eindruck bekommen, als sei ihr Sehvermögen bei Tag auf ein Minimum herabgesetzt, und als schnappen sie mehr nur dem Geräusche nach, wenn man lebende Insecten in den Behälter setzt. Es dürfte somit das Gehörorgan bei Tage grossentheils vicarirend für das Gesicht eintreten und letzteres wesentlich bei Nacht zur Verwendung kommen, worauf ich auch schon früher hingewiesen habe.

[1]) Um seiner habhaft werden zu können, muss man ihn mit einer langen Fangpincette aus den Mauerspalten hervorholen, worin er sich oft nicht allzutief versteckt.

Würzburg, im Juli 1875.

Erklärung der Abbildungen.

Sämmtliche Abbildungen, bei denen keine besondere Bemerkung beigefügt ist, sind unter der Loupe gezeichnet und beziehen sich auf Phyllodactylus europ.

Tafel XVII.

Fig. 1. Phyllodactylus europaeus in natürlicher Grösse.
** Hautknochen der Schwanzwurzel.

Fig. 2. Orbita der rechten Schädelhälfte des Platydactylus mauritanicus von der Mundhöhle aus gesehen. Die Schleimhaut Boden der Augenhöhle, ist abgetragen, wodurch bei *G* ein Ausläufer der Kalkschläuche und bei *M* und *HD* die Augenmuskeln und die HARDER'sche Drüse zum Vorschein kommen.
d. Ausläufer eines am Dache des Schlundkopfes liegenden Kalkschlauches, welcher im Begriff ist, sich in den Recessus scalae tympani einzusenken.

Fig. 3. Kopf und Nackengegend des Phyllodactylus von der rechten Seite.
Se. Kalkbeutel.
C. Der zum Dache der Mundhöhle ziehende Gang, welcher sich in die tiefe Nackenmuskulatur einbohrt.
Aqu. Der zum Cavum cranii aufsteigende Canal.

Fig. 4. Schädelansicht des Phyllodactylus von oben.
Se. Die anhängenden Kalksäcke.
C. Der zum Dache der Mundhöhle ziehende Gang.
Aqu. Der zwischen Scheitelbein und Opisthoticum zur Schädelhöhle gelangende Canal.
B. Dessen Lage und Anschwellung im Cavum cranii unterhalb der Parietalia.

Fig. 5. Krystalle des Saccus endolymph. (HARTNACK. VIII.)

Fig. 6. Plattenepithel des Sacc. endolymph. (HARTNACK. VII.)

Tafel XVIII.

Fig. 7. Isolirter Hautknochen der Schwanzwurzel.
a. Die von der Epidermis entblösste Haftschuppe. (HARTNACK IV.)

Fig. 8. Ein hochträchtiges Weibchen des Phyllodactylus von der Bauchseite geöffnet.
Ci. Cava inferior.
P. Lunge.
L. Leber.
M. Magen.
D. Duodenum.
Ov. Reifes Ei.
E. Falten des Oviductes
V. Collabirte Blase.
CS. Cloaken-Spalte.
aa'. Die beiden an der Ruthentasche gelegenen Knochen.

Fig. 9. Klaue am letzten Fingerglied.
BB. Die über die Endphalange herabreichende Cuticular-Kappe.
K. Kamm derselben.
Ph. Durchschimmernde Endphalange.
I. Die darin eingebettete Wurzel des Kammes K.

Fig. 10. Das Kehlkopfgerüst nach Wegnahme der Muskulatur.
Cc. Die der Cartilago cricoidea entsprechenden, seitlichen Hervorragungen der Cartilago laryngea.
Ar. Ary-Knorpel.
S. Epiglottis-ähnlicher Ausläufer der Ventralwand der Capsula laryngea.
Oe. Os entoglossum.

Fig. 11. Die Muskeln des Kehlkopfes.
SS'. Verengerer der Stimmritze. (Sphincter.)
D. Erweiterer derselben.
Auf der rechten Seite ist er abgeschnitten und nach aussen gelegt.
Oe. Os entoglossum.

Tafel XIX.

Fig. 12. Zunge und Zungenbein-Apparat.
L. Zunge, auf welcher die Papillen sichtbar sind.
H. Durchschnittener N. hypoglossus.
ZK. Zungenbein-Körper.
S. Sein nach rückwärts und auswärts laufender Theilungsschenkel mit der Apophyse *A*.
VH. Vorderhorn.
HH. Hinterhorn.
F. Das seitliche Horn.
h. } Hakenartige Bildungen am Vorderhorn
D. }
T. Trachea.
Th. Glandula thyreoidea.

Fig. 13. Weibliche Geschlechtsorgane.
O. Ovarium.
K. Parovarium.
Ov. Oviduct der rechten und linken Seite. Letzterer ist angeschnitten, wodurch man das inliegende Ei *E* erblickt.
T. Vorderster Abschnitt
Z. Uebergang in den mittleren Theil (*H*) } des Eileiters.
U. Dritter Abschnitt (Uterus)
S. Bindegewebsstrang mit glatten Muskelfasern.
a. Ausmündungsstelle des Uterus.
b. Ausmündungsstelle des Ureters.
B. Verbindungsbrücke zwischen dem letzten Ende des Uterus beider Seiten.
DW. Dorsalwand des Sinus genitalis. Abgeschnitten.

Fig. 14. Das Canalsystem des Saccus endolymphaticus von Ascalabotes mauritanicus. (Linke Hälfte.) Das Ganze ist auf der Abbildung in eine Ebene projicirt und erhält dadurch einen etwas schematischen Character.
a—g. sind die im Text ausführlich beschriebenen, auf die verschiedenen Schädelregionen vertheilten Abschnitte.
Aq. Aquaeductus vestibuli.

Fig. 1.

Fig. 2.

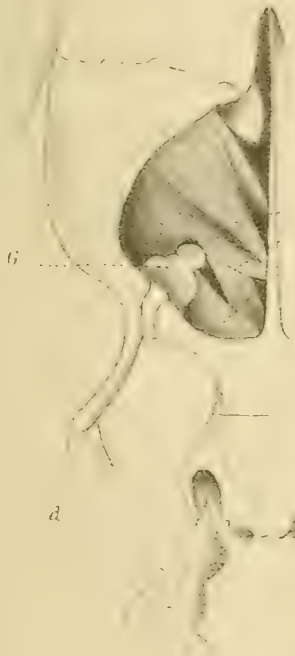


Fig. 3.

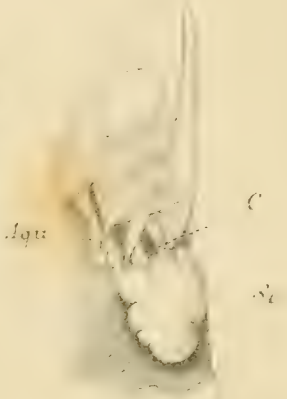


Fig. 4.

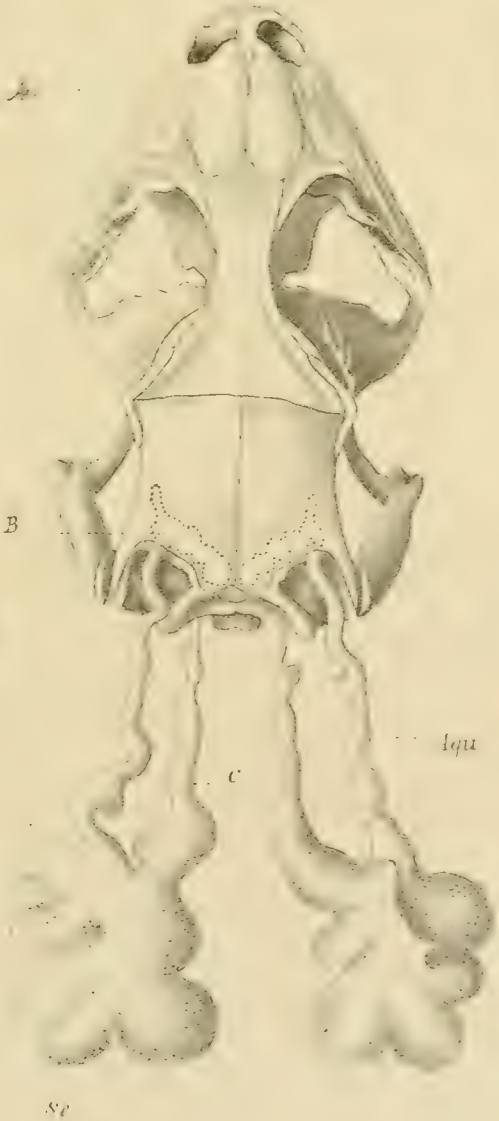


Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. 7.

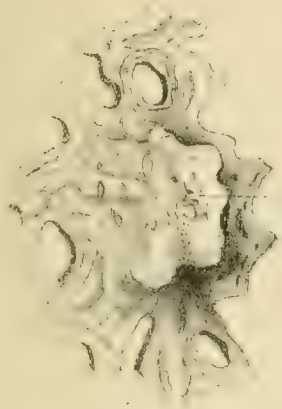


Fig. 8.

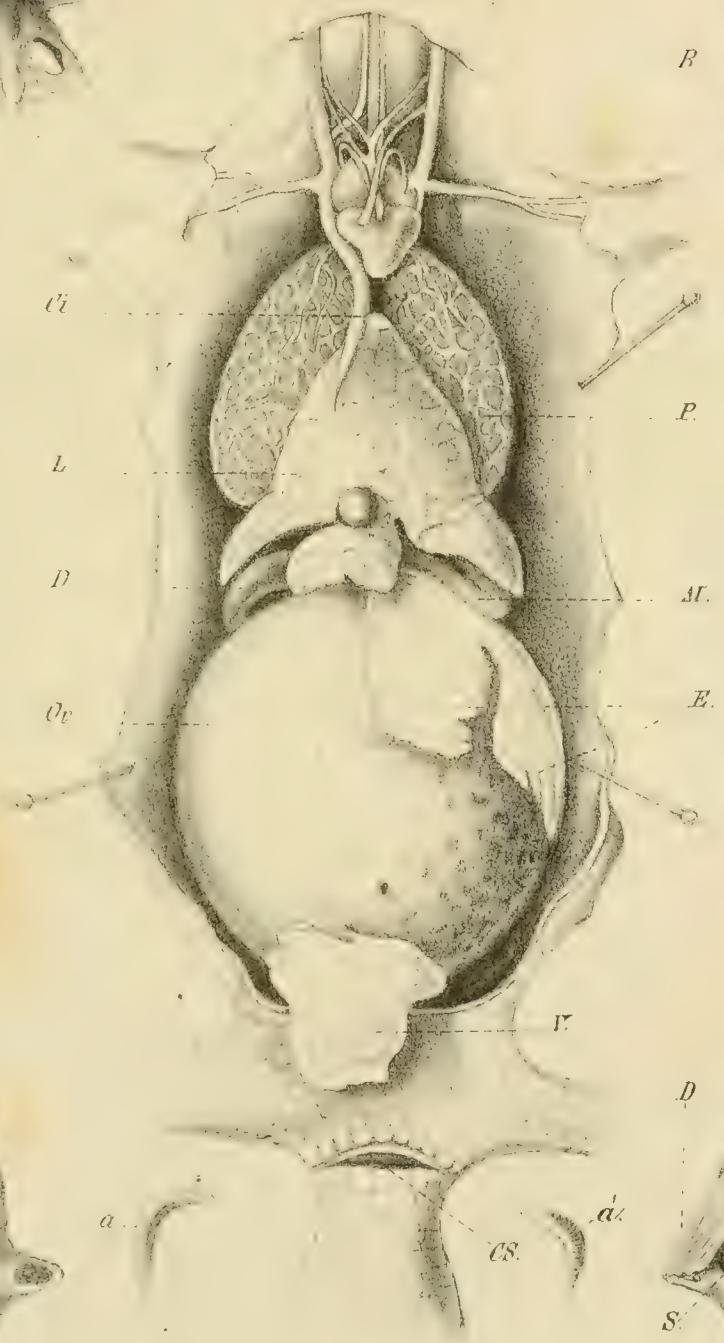


Fig. 9.

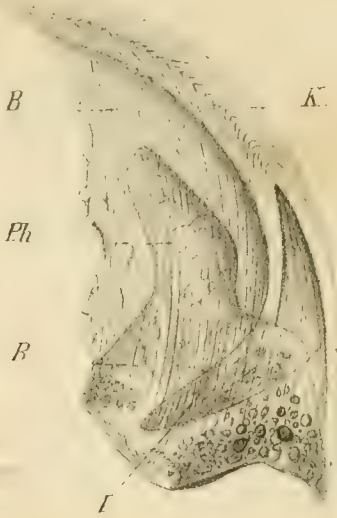


Fig. 10.

Fig. 11.

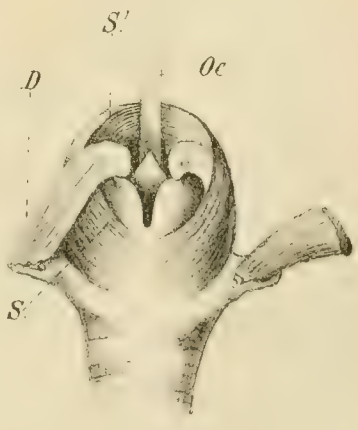


Fig. 12

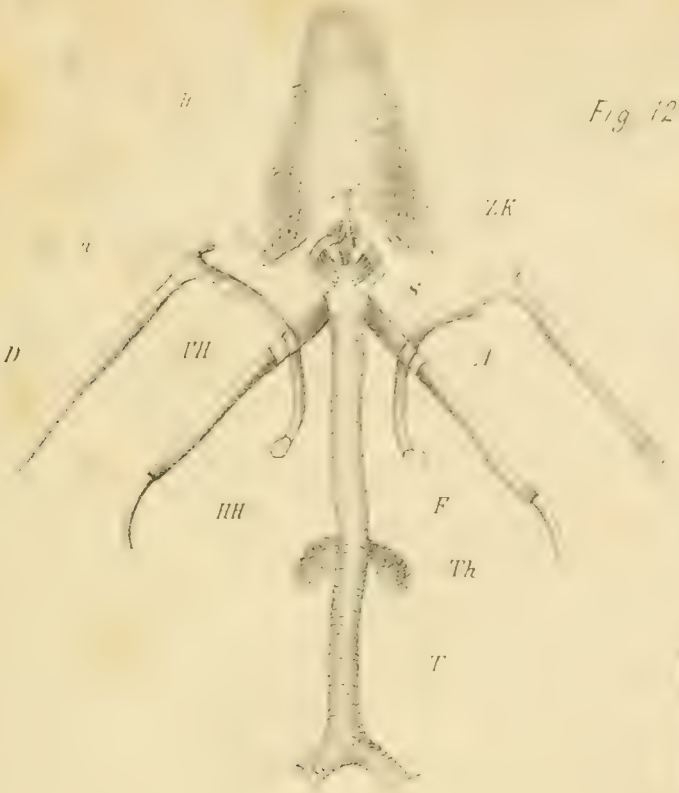


Fig. 13

Fig. 14

Untersuchungen über Morphologie, Zeugung und Entwickelung der Protozoen.

Von

Dr. B. Gabriel,
Privatdocent in Breslau.

Mit Tafel XX.

Vorwort.

Seit einer Reihe von Jahren mit eifrig gepflogenen und über mannigfache Hindernisse hinweg consequent fortgesetzten Untersuchungen über die noch so viel des Unaufgeklärten darbietende Organisations- und Generationsverhältnisse der Protozoen beschäftigt, darf ich wohl jetzt, wo ich die Ergebnisse meiner mühsamen und zeitraubenden Arbeiten meinen geehrten Fachgenossen zu unterbreiten im Begriff stehe, mit dem unter Uebung rücksichtslosester Selbstkritik sich aufbauenden und in mehr concreter Form mir entgegentretenden Gesammtresultate nicht ganz unzufrieden sein. Das Bewusstsein, einige der Lücken wenigstens, welche die Morphologie und die Entwickelungsvorgänge im Gebiete dieser niedern Thierformen noch aufweisen, ausgefüllt und damit die Grenzen unserer Erkenntniss in Betreff der Lebensbedingungen und Lebenserscheinungen dieser so interessanten Lebewesen einigermassen erweitert zu haben — dieses Bewusstsein lässt es mich weniger schmerzlich empfinden, dass ich das mir vorgesteckte Ziel nicht ganz zu erreichen, die schwierige und bei der präcisirtesten Fassung einer bestimmten Abgrenzung sich entziehende Aufgabe nicht vollständig zu lösen im Stande war. — Einer Bestätigung der aus meinen Untersuchungsreihen gewonnenen, manches Neue, wohl auch Unerwartete beibringenden Ergebnisse von Seiten meiner geehrten Fachgenossen entgegensehend, leihe ich dabei beredten Ausdruck dem innigen Wunsche, dass weitere, auch von ihnen diesem so interessanten und in seiner Bedeutung nicht zu unter-

schätzenden Gegenstande gewidmete Beobachtungen ergänzende und einen befriedigenden Abschluss erzielende Resultate liefern mögen!

Die in den Kreis meiner Studien gezogenen, dem Protozoenreiche (im weitesten Sinne) angehörenden Lebewesen sind alle — die meisten ausschliesslich — Bewohner der feuchten Erde, des Sandes kleiner Gewässer und verschiedener Moose. Sie bilden zwar keine eng begrenzte, aber doch eine, nur durch einzelne wenige vermittelnde Uebergangsformen mit der des süssen Wassers zusammenhängende, eigenartige, an Gattungen und Arten reiche, freilich nur bei aufmerksamer, oft mühevoller Pflege wissenschaftlichen Zwecken erhaltbare Fauna.

Die Bearbeitung des im Laufe der Jahre bedeutend angewachsenen Materials habe ich allerdings einer gleichmässigen Sorgfalt unterzogen, wenn auch, wie es in der Natur der Sache liegt, in Folge hie und da sich ergebender, grösserer, nicht in gleicher Weise zu überwindender Beobachtungsschwierigkeiten und daraus resultirender Lücken, die einzelnen Abhandlungen ein gleichwerthiges Gesammtbild nicht liefern konnten.

Breslau im Juli 1875.

I. Der Entwickelungscyclus von Troglodytes zoster.

Einleitung.

Bei meinen, den in feuchter Erde, den Wurzelfasern verschiedener Moose u. s. w. lebenden Protozoen gewidmeten Untersuchungen traf ich auf einen bisher noch nicht beschriebenen, beschalten Rhizopoden, welcher zwar alsbald als zu den monostomen Monothalamien (Lesser-Hertwig gehörend sich auswies, aber als eine neue Species keiner der bisher bekannten Gattungen derselben einzuverleiben war[1].

[1] Corollarien zu einer auf morphologischer Basis aufgebauten Systematik werde ich, unter Benutzung und einer kritischen Beleuchtung des auf diesem Gebiete bisher Geleisteten, erst am Schlusse meiner Arbeiten beizubringen mir erlauben; ich kann indessen nicht umhin, an dieser Stelle schon die Bemerkung laut werden zu lassen, dass die von Lesser-Hertwig in ihren Rhizopodenstudien aufgestellte Eintheilung der monostomen Monothalamien in M. lobosa und rhizopoda mir nicht stichhaltig scheint, da, wie es im Verlaufe meiner weiteren Darstellungen sich ergeben wird, beide Formen der Pseudopodien bei fast allen Rhizopoden als vorhandene beobachtet werden können, wenn auch die Häufigkeit ihres gleichzeitigen Erscheinens und ihres wechselnden Ver-

Die Aufstellung einer neuen Gattung erschien deshalb geboten: ich habe ihr den Namen Troglodytes beigelegt in Anbetracht später noch zu erörternder Räumlichkeitsverhältnisse, die zwischen der Schalenhöhle und der Leibesmasse des Thieres obwalten. Sie wird — so weit die Ergiebigkeit des mir zu Gebote stehenden Materials eben reichte — durch zwei Arten repräsentirt, von denen indessen hier nur die eine, Tr. zoster, uns beschäftigen soll.

Eine kurz gefasste Beschreibung vorausschickend, behalte ich mir eine eingehendere Darlegung der morphologischen Verhältnisse vor; ich will mich hier hauptsächlich darauf beschränken, dem geneigten Leser ein detaillirtes Bild, wie es die eigenthümlichen und complicirten Zeugungs- und Entwickelungsvorgänge dieses Thieres darbieten, aufzurollen.

Obgleich zu jeder Jahreszeit in feuchter, mit thierischen Excretionsstoffen geschwängerter Erde, wenn auch nicht immer in sich gleich bleibender Menge, anzutreffen, zeigt Tr. indessen eine, wenn ich mich des Ausdrucks bedienen darf, zart besaitete Leibesconstitution, welche den doch immer unter veränderten Lebensbedingungen befindlichen Rhizopoden, wie solche in seinem zwar natürlichen, doch unter dem bestimmenden Einflusse anderer Verhältnisse stehenden Aufenthaltsmedium sich geltend machen, sehr bald der Verkümmerung und einer schnell eintretenden gänzlichen Vernichtung anheimfallen lässt. Ich stehe deshalb nicht an, an dieser Stelle den geehrten Fachgenossen zur Erleichterung ihrer etwaigen, auf unsern interessanten Rhizopoden gerichteten Untersuchungen diejenigen Massnahmen anzugeben, welche nach vielen vergeblichen Bemühungen sich mir als die geeignetsten erwiesen, um dieselben für längere Zeit in durchaus normalem Zustande zu erhalten. Vor Allem ist genau darauf zu achten, dass der Feuchtigkeitsgrad der sie beherbergenden Erde so viel als möglich dem des Fundortes angepasst bleibe, weil vornehmlich hierauf bezügliche Schwankungen das Leben unseres Rhizopoden auf sehr ungünstige Weise beeinflussen; ein höhergradiges Eintrocknen der Erde erwies sich mir von nicht so

---

schwindens keine constante, so wie ihr functioneller Werth nicht der gleiche ist; immer sind sie aber als unzweifelhafte Spuren einer beginnenden, mehr oder weniger deutlich ausgeprägten Differenzirung des Protoplasma anzusprechen. — Uebrigens gestehen es Hertwig-Lesser p. 86 zu, dass »die Fortsätze desselben Thieres unter einem vielgestaltigen Bilde erscheinen können«, und dass die als rhizopode und lobose Formen bezeichneten Pseudopodien keine zu schroffen und unvermittelte Unterschiede hierin darbieten.

verderblichen Folgen, als ein nicht aufmerksam genug controlirtes, zu reichliches Auftröpfeln von Wasser, wie denn überhaupt alle von mir aufgefundenen neuen Gattungen und Arten ungemein empfindlich gegen Nässe erscheinen. Es werden sich deshalb während des Sommers kühle, von der Sonne nicht direct getroffene Orte, im Winter ein nicht über 12—15° R. erwärmter Raum am besten zu Aufbewahrungsplätzen eignen. Sollte das vorräthig gehaltene Material im Winter, wie es zuweilen statt hat, als gänzlich unergiebig sich kundgeben, so genügt eine den angegebenen Normen entsprechende Behandlung einer handvoll, aus tiefern Schichten hervorgeholter humusreicher Erde, die mit einer nur ganz geringen Menge von Enten- oder Hühnerexcrementen gedüngt, gleichsam gezüchtet werden muss, um die darin befindlichen, übrigens ungemein kleinen Keime zu erhöhter Lebensthätigkeit anzuregen; es gelingt dann bald, sowohl vollständig ausgebildete Exemplare, wie die alle Phasen der Entwickelung durchmachenden Keime vor Augen zu bringen. Ein etwa 7 Cm. tiefes und 5 Cm. breites Glas eignet sich am besten zur Aufbewahrung des Materials; dieses darf aber zu einer nicht mehr als höchstens $^7/_8$ Cm. tiefen Schicht angehäuft sein und muss etwa jeden zweiten Tag mit einem gläsernen Stabe so umgerührt werden, dass ein Wechsel in der bisherigen Lage der Schichtungen erzielt und damit die sonst sehr bald massenhaft und in ausgedehnten Colonien auftretenden, das Leben der Thiere beeinträchtigenden Schimmel- und Bacterienbildungen so viel als möglich verhütet werden; das Glas muss unbedeckt bleiben und der Hinzutritt der Luft in keiner Weise behindert werden.

Vollkommen ausgebildet erscheint Tr. zoster als ovoider, nach der Schalenöffnung hin sich etwas verschmächtigender Körper, dem auch die Form der monaxon angelegten Schale entspricht. Er erfüllt indessen nicht ganz die Höhlung der übrigens structurlosen, häutigen Schale, innerhalb deren das Thier seine Gestalt mehr oder minder verändernde Evolutionen auszuführen im Stande ist; bei der andern Art sind diese Bewegungen noch ergiebigere und der von der Leibesmasse nicht eingenommene Theil des Schalenhöhlenraumes noch grösser. Die Schalenöffnung erscheint als ein genau von der Längsaxe halbirter, nicht scharf contourirter, glatter, selten deutlich sichtbarer, elliptisch geformter Spalt. Durch die die homogene Leibesmasse des Thieres bildende protoplasmatische Substanz werden ausschliesslich die innerhalb der Schale vor sich gehenden und mit Formveränderungen verbundenen Bewegungen des Thieres bedingt; in ihrem am weitesten

nach hinten gelegenen (aboralen), dem geräumigsten Abschnitte der Schalenhöhlung angehörenden Theile, liegt der Kern eingebettet. Diese homogene Substanz ist einer gewissen an ihren äussersten Grenzschichten, namentlich bei starken Contractionen eintretenden und deutlich erkennbaren Verdichtung fähig, eine von mir auch bei vielen andern Protozoen beobachtete Erscheinung. In der granulirten, von der homogenen Substanz umhüllten und sich von ihr scharf abgrenzenden Zone lassen sich zwei durchaus verschieden differenzirte Substanzen nachweisen, eine protoplasmatische, das Licht matt bläulich brechende, und die in ihr suspendirt enthaltenen, rundlichen, stark lichtbrechenden, kaum wahrnehmbare Dimensionsunterschiede zeigende Körnchen. Eine dritte, weniger körnchenreiche, doch auch nicht gänzlich homogene, an räumlicher Ausdehnung hinter den andern zurückstehende Zone schliesst sich der mittleren an, in ähnlicher Weise, wie sie F. E. Schulze [1]) bei Euglypha alveolata beschreibt. Als ganz besonders interessant muss ich es hervorheben, dass sich ausser den angegebenen Differenzirungen der Leibessubstanz noch ein aus grösseren und dunkler gefärbten, zuweilen gelblich, bei älteren Individuen beinahe rostbraun erscheinenden Körnchen bestehender, gleichmässig angeordneter Gürtel, zoster, fast die ganze Breite der granulirten Zone einnehmend, vorfindet. Diese den Gürtel zusammensetzenden, meist anscheinend unbeweglich liegenden Körnchen werden in unregelmässig wiederkehrenden, einige Secunden andauernden Perioden über die Grenzen der granulirten Zone hinaus dispergirt, man könnte sagen geschleudert, um dann, allmälig sich sammelnd, ihren früheren Platz wieder einzunehmen; es ist ihnen, wie wir sehen werden, eine nicht unbedeutende Rolle bei den die Zeugung begleitenden Vorgängen zugetheilt. — Zwei grössere, in Lagerung und Zahl stets constante Vacuolen finden sich, die äusserste Grenzschicht der homogenen Substanz einnehmend, an der Stelle, wo die Kernzone in die mittlere, granulirte übergeht, und zwei andere kleinere, mehr nach innen gelegene zwischen der granulirten und dritten Zone. Diese mit Flüssigkeit erfüllten, das Licht unwandelbar blassrosa brechenden, wandungslosen Räume lassen zwar, allerdings in unregelmässiger Wiederkehr, ein durch das Auspressen der in ihnen angesammelten Flüssigkeit gesetztes Collabiren erkennen, dem nach einiger Zeit wieder ein Anschwellen folgt — ob indessen dieser innerhalb der Protozoengruppe so ungemein weit verbreiteten

[1]) Arch. f. mikroskop. Anat. XI, p. 100.

Erscheinung der physiologische Werth der Function eines pulsirenden Organs substituirt werden kann, will ich einstweilen dahingestellt sein lassen; es wird sich mir in der Folge noch des öftern Gelegenheit bieten, das sogenannte Pulsiren dieser auch contractile Blasen genannten Hohlräume (der dann nach HAECKEL's geistreicher Bezeichnung constant gewordenen Vacuolen) ausführlicher zu besprechen, so viel indessen sei mir hier schon zu bemerken gestattet, dass ich meinerseits ganz entschieden denjenigen Forschern beipflichte, die eine principielle und für die Systematik zu verwerthende Trennung in contractile und nicht contractile Behälter von der Hand weisen. — In der am weitesten nach hinten gelegenen homogenen Zone liegt, von den Schalenwandungen gleich weit abstehend, der zwar blasse, aber dennoch auch ohne Hülfe von Reagentien deutlich sichtbare Kern, der in seinem Innern ein bläulich schimmerndes Kernkörperchen birgt. — Bei länger andauernden und öfter wiederholten, die Pseudopodien betreffenden Beobachtungen erkennt man bald, dass sie in verschiedenen, mit einander abwechselnden, ineinander übergehenden Formen erscheinen; so stellen sie entweder kuglig gewölbte, mit feinen Ausläufern versehene Hervortreibungen, wohl auch zwei grössere cylindrische warzenförmige Hervorragungen dar, oder treten in Form strahliger, mit einander nicht verschmelzender, körnchenloser, matt glänzender Fäden zu Tage; vor ihrem Verschwinden zeigen die eben erwähnten spitzen Ausläufer eine blitzschnell vorübergehende kolbige Anschwellung. Nur während der Copulation treten hiervon abweichende Formen auf, die ich bei Besprechung jenes Actes noch ausführlicher beschreiben werde. — Als nicht unbedeutenden Schwankungen unterworfen zeigen sich die Grössenverhältnisse der Thiere, sowohl der ausgebildeten, als die ihrer eigenartigen Entwickelungsstufen, Schwankungen, die wegen der Häufigkeit und regelmässigen Wiederkehr ihres Auftretens indessen, wenn überhaupt, jedenfalls nicht auf Rechnung ungleichgradiger Ernährungszustände allein zu setzen sein dürften; möglicherweise treten uns in ihnen allmälig erworbene und stabil gebliebene individuelle Verschiedenheiten entgegen. Wo ich im Verlaufe meiner Darstellungen Grössenwerthe angebe, repräsentiren sie die aus durchschnittlich zwölfmal wiederholten Messungen gezogenen Mittel.

Die die Generationsverhältnisse der Protozoen, speciell der Rhizopoden betreffende Literatur hat in jüngster Zeit einen sehr werthvollen Zuwachs in HERTWIG's [1] Untersuchungen über die Colonie-

1) Arch. f. mikroskop. Anat. X. Suppl. p. 1 sq.

bildende Microgromia, und in Greeff's [1] an Pelomyxa palustris angestellten Studien erfahren. Erstgenannter Forscher weist als Generationsmodus der Microgromia eine in morphologischer udn physiologischer Hinsicht durchaus sich unterscheidende und auch in der Zeit ihres Vorkommens variirende Quer- und Längstheilung nach, von denen die erstere nur, in keinem Zusammenhange mit der Colonie stehende Schwärmer, die als Mutterthiere einer neu zu gründenden Colonie zu betrachten sind, hervorbringt, während durch fortgesetzte Längstheilung, wobei die neu entstandenen Individuen im Zusammenhange bleiben, dem Zustandekommen einer Colonie die Wege gebahnt werden. Hervorzuheben ist es ferner, dass Hertwig auch nicht die geringste Spur einer geschlechtlichen Differenzirung aufzufinden und eine Betheiligung des Kerns an diesen übrigens vortrefflich geschilderten Vorgängen nur in der Weise nachzuweisen vermochte, dass der Theilung der Leibesmasse eine Proliferation des Kerns — ob durch Theilung oder Neubildung herbeigeführt, liess sich nicht sicher feststellen — vorangeht. — Greeff beschreibt die Fortpflanzung von Pelomyxa als höchstwahrscheinlich so von statten gehend, dass sich in Folge einer bedeutenden durch Theilung hervorgegangenen Kernvermehrung in dem Parenchym sporenartige, diesen Organismen eigenthümliche Glanzkörper entwickeln: aus letzteren soll dann eine zahlreich auftretende Amöbenbrut ihren Ursprung nehmen, die wiederum eine Umbildung in flagellatenähnliche Schwärmer erfahren. Der genannte Forscher lässt es unentschieden, ob aus letzterer Uebergangsform direct junge Pelomyxen sich hervorbilden, oder ob, was er für wahrscheinlicher erachtet, die Flagellatenform nach einiger Zeit in den Amöbenzustand wieder zurücktritt. — Von früher erschienenen Arbeiten, die übrigens Hertwig [2] einer allgemeinen Besprechung unterzieht, erwähne ich nur Carter's [3] Untersuchungen, weil er zuerst auf eine geschlechtliche, durch ovula und Spermatozoiden repräsentirte, Differenzirung bei Rhizopoden aufmerksam gemacht zu haben das Verdienst hat und, meines Wissens, bis jetzt der einzige Forscher ist, welcher die Weiterentwickelung eines so befruchtenden Keimes bei einer Monothalamienart (Euglypha alveolata) einige Stadien hindurch direct beobachtete. — Auf die von Greeff [4] bei Amoeba terricola wahrgenommenen Zeugungsvorgänge werde ich in

[1] Archiv f. mikroskop. Anat. X, p. 51.
[2] l. c. p. 19.
[3] Annals and Mag. of nat. hist. II. 1856. p. 223 sq.; III. Vol. 12.
[4] Archiv f. mikroskop. Anat. II. p. 229.

einer meiner später folgenden Untersuchungsreihen noch ausführlicher zurückzukommen Gelegenheit haben. — Die Gesammtresultate aller auf dieses Gebiet gerichteten Beobachtungen sind wohl kaum streng geschiedenen, festen Kategorien unterzuordnen — wir begegnen Theilungen der gesammten Leibesmasse, des Kerns allein und ihnen folgenden Schwärmerbildungen, mit oder ohne vorangehende Encystirungen, auch frei im Körperparenchym entstehenden Keimkugelbildungen, bei gleichzeitigem Auftreten von als Spermatozoiden gedeuteten, fadenförmigen oder rundlichen Gebilden. Wenngleich schätzenswerthe und bei weiteren Untersuchungen zu verwerthende Anhaltspuncte bietend, gehen diese Beobachtungen doch fast alle über fragmentarisch gehaltene Darstellungen nicht hinaus — einen beinahe lückenlosen Entwickelungskreis eines Rhizopoden hat bis jetzt wohl nur Hertwig gegeben. Dass die bisherigen Ergebnisse die Eruirung eines diesen Fortpflanzungsvorgängen zu Grunde liegenden einheitlichen „Planes vermissen lassen, ist nicht zu läugnen, sei es, weil die betreffenden Lebewesen in zu wenig oder gar keinen blutverwandtschaftlichen Beziehungen zu einander stehen, für deren Vorhandensein doch gerade analoge Fortpflanzungsmodi das vollgültigste Zeugniss ablegen, sei es, weil es bisher nicht gelungen ist, vermittelnde, die Kluft überbrückende Zwischenstufen aufzufinden. Nach beiden Richtungen hin den forschenden Blick zu richten und klärende Thatsachen zu sammeln, ist mein eifriges nicht ganz unfruchtbar gebliebenes Bestreben gewesen.

Mich nun der Darstellung des Entwickelungscyclus von Tr. zuwendend, kann ich dabei den Weg nicht inne halten, auf dem ich nach vielen fruchtlosen Versuchen und mit beträchtlichem Zeitaufwande zu einem Erkennen und einer nur allmälig emporwachsenden richtigen Deutung jener eigenthümlichen und complicirten Vorgänge gelangte. Ich halte dafür, dass der hier von mir gewählte, für eine Lösung der vorgestellten Aufgabe am besten sich eignende Weg, die Darstellung an Klarheit und Uebersichtlichkeit gewinnen lassen, eine freundlich erbetene Kritik gewissermassen erleichtern wird.

1. Die Copulation, der Zeugung-einleitende Act.

Von einigen Forschern bei diesem und jenem Rhizopoden wahrgenommen, von andern, wenn auch nicht geradezu geläugnet, so doch einer andern Deutung unterzogen oder für überhaupt bedeutungslos gehalten, erscheint die Copulation als ein die Zeugung einleitender Act, wie ihn wohl zuerst Carter auffasste, in der That sehr weit

verbreitet und hat, wo er und unter welcher variirenden Form er immer angetroffen wird, stets gleichwerthige auf den weiteren Verlauf der Generationsvorgänge bezügliche Veränderungen innerhalb der Gesammtleibesmasse der betreffenden Thiere in seinem Gefolge, wofür ich vollgültige Belege beizubringen Gelegenheit haben werde. — Ich schildere die dabei statthabenden Vorgänge genau und in allen ihren von mir eruirten Einzelheiten — ich halte dafür, dass über ein je reicheres durch Detailbeobachtungen geliefertes Material man verfügt, ein desto geläuterteres Erkennen des allgemein Gültigen und Gesetzmässigem im Leben der Organismen zu erzielen sein dürfte.

Kommen bei ihren übrigens nicht sehr häufigen Locomotionen zwei ausgebildete Troglodyten einander nahe und treffen dabei mit ihren Pseudopodien aufeinander, so ändern sie, nach derartig erfolgter Kenntnissnahme von ihrer gegenseitigen Nähe, die Richtung ihrer, wie es scheint, dann etwas beschleunigten Bewegung, deren Resultat darin besteht, dass die Schalenöffnungen und die aus ihnen tretenden Pseudopodienbüschel einander genau gegenüber zu liegen kommen, zwischen denen indessen noch ein geringer Zwischenraum übrig bleibt, um einer bald auftretenden eigenthümlichen Verschmelzung letzterer Raum zu gönnen. Nach kurzer Zeit nämlich werden die zu äusserst liegenden, nach verschiedenen Richtungen hin divergirenden Fäden eingezogen, und die nun nur in gerader Richtung aus den Schalen austretenden Pseudopodienmassen verschmelzen zu einem gelblich tingirten, bedeutend der Länge nach anwachsenden, cylindrisch geformten Knoten (Fig. 1 *a*). Es findet dabei eine so innige Verbindung, eine so hochgradige gegenseitige, ich möchte sagen unter der Form einer Verfilzung auftretende Durchdringung des Protoplasma statt, dass auch nicht einmal die Spur einer Grenzlinie zwischen den beiden verschmolzenen Pseudopodienmassen mehr nachweisbar ist. Von diesem Knoten gehen, mehr die Richtung der Längsaxe innehaltend, zahlreiche, spitz auslaufende, strahlig angeordnete, körnchenlose Fortsätze aus, die indessen keine Bewegungserscheinungen wahrnehmen lassen. Während dieses etwa durchschnittlich eine halbe Stunde andauernden Vorganges findet ein Ortswechsel nicht statt und es vollziehen die copulirten Individuen diesen Act in träger Ruhe, die nur durch seltene und wenig ergiebige Drehbewegungen unterbrochen wird. Ein gegen früher verändertes Verhalten der contractilen Behälter konnte nicht beobachtet werden. Nach und nach beginnt dann die Masse des Knotens an Umfang zu verlieren, die

strahligen Ausläufer verschwinden allmälig, eine sehr zarte, kaum angedeutete Grenzlinie zwischen den beiden aus ihrer Verschmelzung sich lösenden Pseudopodienmassen wird sichtbar und die Thiere entfernen sich etwas von einander. Als immer deutlicher von einander sich scheidend treten die Umrisse der Pseudopodien hervor, die dann aber gleichzeitig in die Schalenhöhlungen zurückgezogen werden, bis nur ein schmaler beide verbindender Strang übrig bleibt, mit dessen Zerreissen der Act der Copulation beendet ist. An eine bestimmte Jahreszeit nicht gebunden, doch, so weit meine Erfahrungen reichen, im September und October am häufigsten anzutreffen, ist diese Art und dieser Act der Copulation aufzufassen lediglich als ein durch das Verschmelzen der Pseudopodien vermittelter gegenseitiger Austausch von homogener Leibesmasse, die wahrscheinlich einer gewissen bei dem gegenwärtigen Stande unserer Hülfsmittel freilich nicht näher erkenn- und definirbaren Differenzirung unterliegt, was wohl aus der beträchtlich veränderten Färbung des Verschmelzungsknotens mit einiger Sicherheit zu folgern wäre. Zugleich aber werden wir diesem Austausch von Leibessubstanz die Fähigkeit vindiciren müssen, eine, wie aus den Folgezuständen unzweifelhaft hervorleuchtet, entschieden sich kundgebende Modificirung der Lebensthätigkeit in beiden copulirt gewesenen Individuen anzuregen. Ohne eine solche Annahme wenigstens entzögen sich die der Copulation folgenden (und bei allen diesen Act eingehenden Rhizopoden auf einen gemeinsamen Typus zurückzuführende) Veränderungen jeder Erklärung. Eine dahin zielende Frage, ob ohne das Zustandekommen eines solchen Zeugung-einleitenden und durch die angegebene Deutung seines physiologischen Werthes gekennzeichneten Actes eine Sterilität der betreffenden Individuen gegeben sei, ob also die durch eine ungünstige Chance des Zufalls von der Copulation ausgeschlossenen, gleichsam zu einer Art von Cölibat verurtheilten Individuen als jeder Fortpflanzungsthätigkeit baar und unfähig betrachtet werden müssen, ist wohl bejahend zu beantworten, und um so mehr, als bei Troglodytes ein anderer, mit dem zu beschreibenden abwechselnder Fortpflanzungsmodus nicht vorhanden ist. Ich betone dieses deshalb in nachdrücklicher Weise, weil ich, allerdings bei nur sehr wenigen Arten einzelner Rhizopodengattungen einen gewissen Dimorphismus der Keime, hervorgegangen aus zwei durchaus ihrem Princip nach verschiedenen, gewissermassen parallel neben einander verlaufenden, doch alternirenden und einander stets ausschliessenden Zeugungsprocessen beobachtet habe. Diesen weit verbreiteten Act

der Copulation der bei Gregarinen z. B. Platz greifenden Zygose gleichzustellen oder gar unterzuordnen, erscheint meiner Meinung nach nicht ganz gerechtfertigt; der durch erstere gesetzte Austausch von Leibessubstanz ist einer totalen Verschmelzung, einem gänzlichen Aufgehen der dabei betheiligten Individuen ineinander nicht gleichwerthig zu erachten. — Die Zygose schliesst eine nach Ablauf des Vermischungsprocesses wieder eintretende Trennung der Individuen unter allen Umständen aus, mit ihr ist sofort die Grenze des individuellen Lebens gesteckt, ganz davon abgesehen, dass dieser Process schon deshalb auch an morphologischer Bedeutung einbüsst, weil, wie durch Lieberkühn festgestellt, einige Gregarinenformen ohne vorangegangene Zygose in Pseudonavicellen sich umzuwandeln im Stande sind. Die Copulation hingegen characterisirt sich lediglich als Austausch- und Anregungs- aber nicht Verschmelzungsprocess der Gesammtleibesmasse zweier Individuen, sie gestattet eine nachmalige Trennung der diesen Erscheinungscyclus durchmachenden Einzelwesen, und wahrt so deren Individualität, deren jede nun selbstständig und allein aus sich heraus in Folge eigenthümlicher und an geschlechtliche Zeugungsvorgänge anklingender Differenzirungen eine der Keimbereitung ausschliesslich gewidmete Lebensthätigkeit entwickelt, in der und durch die doch unzweifelhaft so eine höhere Organisation zum Ausdruck gelangt. — Ob aber alle diese bei der Copulation in Betracht kommenden Einzelmomente ihre Begriffsfassung als eines in der That geschlechtlichen Zeugungsvorganges gestatten, muss wohl, bei der nothwendig geboten erscheinenden Vorsicht in Deutung und Ausdruck, negirt werden. Ich werde im Verlaufe meiner Darstellung diesen nicht unwichtigen Punct nochmals und ausführlicher zu berühren Gelegenheit haben.

2. Die Zeugung des Keimes.

a. Nach der Copulation auftretende Veränderungen.

Die nach Beendigung der Copulation ihrer Individualität gleichsam wieder zurückgegebenen Thiere offenbaren eine mehr inneren Processen gewidmete, weniger der Aussenwelt zugewendete Lebensthätigkeit, eine Erscheinung, welche bei allen einen analogen Entwickelungscyclus unterworfenen Organismen sich ausnahmslos wiederholt. Bewegung, Empfindung, Nahrungsaufnahme — diese durch das Pseudopodienspiel vermittelten und deshalb als dem Functionsrayon der hyalinen Leibessubstanz angehörend zu betrachtenden Vor-

gänge — bekunden unzweifelhaft einen geringeren Grad von Thätigkeitsäusserung, eine gewisse Lässigkeit hat sich des uns beschäftigenden winzigen Organismus bemächtigt. Bewegungserscheinungen zum Zwecke des Ortswechsels kommen immer seltener zur Beobachtung, nicht minder die jetzt meist in abwechselnder Form sich ausbreitenden Pseudopodien, womit wohl eine verminderte Nahrungsaufnahme verbunden ist. Dagegen treten die Dispersionserscheinungen des zoster in immer kürzer werdenden Zwischenpausen ein, und das ist als bedeutungsvolles Zeichen seiner beginnenden und einflussreichen Betheiligung an den weiteren nun in den Wahrnehmungshorizont tretenden Keimzeugungsprocessen aufzufassen. Dieser Zustand — eine genauere Zeitangabe bin ich zu machen ausser Stande — dauert mehrere Tage. Zunächst macht sich dann ein, namentlich in der hinteren Zone prägnanter hervortretendes Erblassen der hyalinen, homogenen Leibessubstanz bemerklich; ihr früher perlmutterartiger, geronnenem Hühnereiweiss vergleichbarer Schmelz verliert an Gleichmässigkeit der Consistenz und des Lichtbrechungsvermögens und erscheint deshalb an einzelnen Stellen wolkig getrübt; die sonst ziemlich markirt verlaufenden Contouren der Zonengrenzen erscheinen wie verwischt, so dass letztere sich nicht mehr deutlich von einander abheben. Weniger betroffen von diesen aus inneren Vorgängen resultirenden Veränderungen, lässt die mittlere Zone und die ihr angehörende Granulation irgendwie auffallende Unterschiede in Färbung, Grösse und Lagerung der Körnchen bis jetzt nicht wahrnehmen. Ein etwas verändertes Verhalten zeigen dagegen die contractilen Behälter, indem sie nicht allein seltener auftretende Füllungsmomente darbieten, sondern auch eine progressive Abnahme der nach jeder Auspressung sich wieder ansammelnden Flüssigkeitsmenge erkennen lassen, so dass ihr Schwellungsdurchmesser gegen früher beinahe um die Hälfte reducirt erscheint. Unberührt von dem alterirenden Einflusse der durch die Copulation gesetzten Veränderungen bleibt nur der Kern und sein Kernkörperchen; durchaus unbetheiligt an der Zeugung des Keimes, bewahrt er seine Integrität und kann deshalb innerhalb der diesem Fortpflanzungsmodus unterworfenen Rhizopodengruppe meiner Meinung nach nicht als Geschlechtsdrüse im Sinne von Claparède und Lachmann [1]), sondern wohl nur als ein besonderen Secretionsvorgängen dienendes Gebilde aufzufassen sein.

Die nächsten Vorgänge, welche in den Kreis der durch die noch

[1]) Études sur les Infus. I. p. 430.

nachhaltig wirkende Copulation gesetzten Umbildungen gehören, zugleich aber auch der Zeugung des Keimes mehr unmittelbar vorangehen, betreffen den zoster beinahe allein. Welchen dabei direct auf ihn einwirkenden ursächlichen Momenten seine nun beginnende Trübung beizumessen sei, liess sich nicht näher ermitteln; wahrscheinlich mögen theils modificirte Ernährungszustände, wohl nicht schwer aus dem sehr selten gewordenen Pseudopodienspiel eruirbar, theils die schon beschriebenen und eine Art von Abschluss bildenden Veränderungen im Gebiete des homogenen Protoplasma, wenn auch nicht in gleichmässiger Weise dabei betheiligt sein. Diese Trübung gibt sich in einer gesättigteren Färbung seiner Körnchen zu erkennen, wodurch wohl ein gesteigerter Grad von Lichtabsorptionsvermögen derselben herbeigeführt werden dürfte; dann liegen die Körnchen auch dichter aneinander gedrängt, kommen so in einem gegen früher modificirten Bilde zur Anschauung und gestatten dem beobachtenden Auge, trotz ihrer scharf umschriebenen Contouren, nicht so leicht als früher ein deutliches Sondererkennen. Mit den jetzt immer schneller sich folgenden, etwa zwei bis drei Mal innerhalb fünf Minuten von statten gehenden Dispersionen derselben paaren sich eigenartige, ruck- und stossweise auftretende, fast als krampfhaft zu bezeichnende, zur Kugelform führende Maximal-Contractionen des Thieres (Fig. 2), wobei ich indessen die früher erwähnten, an den Grenzschichten sich bemerkbar machenden Verdichtungen der homogenen Substanz durchaus vermisse; dass dadurch eine noch erhöhte Trübung, eine fast totale Undurchsichtigkeit der Gesammtleibesmasse herbeigeführt werden muss, leuchtet ein. Die dispergirten Körnchen gelangen nicht alle mehr während der ihnen gegönnten Sammelmomente auf ihren früheren Platz zurück, sei es wegen der schnellen Reihenfolge der sich fast überstürzenden Dispersionen, sei es, weil wohl schon einzelne der Körnchen einem Auflösungsprocesse, einem Aufgehen in die übrige Masse unterliegen — bis auf die letzte zur Beobachtung kommende Dispersion überhaupt kein Ansammeln mehr folgt. Von diesem Momente an ist eine allmälig von statten gehende und zu einem sichtbaren Ausdruck gelangende Auflösung der zoster-Körnchen und eine so angebahnte Verschmelzung derselben mit der übrigen gesammten Leibesmasse zu constatiren; büsst nun auch so der zoster zwar seinen morphologischen Character ein, so gibt doch andererseits die, wie wir sehen werden, wirkungsreiche Beimischung seiner Körnchen das Signal zur Inscenesetzung eines vitalen Phänomens, das unter einigen Modifi-

cationen von mir auch bei allen anderen einem Copulationsacte unterworfenen Rhizopoden im weitesten Sinne beobachtet worden ist. Diesen sich gegenseitig bedingenden und in analoger Form zu Tage tretenden Erscheinungen einer auf einen einzigen Punct hin — die Keimbildung — gerichteten Lebensthätigkeit ist so der Stempel des allgemein Gültigen und Gesetzmässigen aufgeprägt. — Nicht unerwähnt darf ich es lassen, dass sich nun an den, wie bereits erwähnt, sehr spärlich auftretenden Pseudopodien eine eigenthümliche, ihre Consistenz betreffende Veränderung vollzieht; sie erscheinen zäher, dickflüssiger und deshalb nicht mehr in fadenartiger Ausbreitung, sondern nur noch in Form von conischen, am Rande wie zerfetzt, eingerissen aussehenden, zottenartigen Zipfeln (Fig. 3); langsam hervortretend, langsam verschwindend und nur noch einzelne Male dieses Spiel wiederholend, haben auch sie bald gänzlich ihre Thätigkeit eingestellt.

b. Die Befruchtungskörperchen.

Mit der letzten Dispersion des zoster ist die Umwandlung der gesammten Leibessubstanz des Thieres in eine schmutzig gelbliche, flockige, neblige Masse vollendet, aus welcher zwar nicht mehr deutlich, aber doch noch immer erkennbar die Contouren des alle bisherigen Metamorphosen standhaft überdauernden Kerns hervortreten. Etwa eine halbe Stunde später, nachdem mit der letzten Dispersion die Auflösung der zoster-Körnchen sich vollzogen, beginnt sich die auf der umgewandelten Leibessubstanz liegende Wolke etwas zu lichten. Weit entfernt davon einem scheinbar sich nahenden, unvermeidlichen Zerfalle entgegen zu gehen, beginnt ein neues, bald in mächtigen Wogen pulsirendes Leben darin sich dem beobachtenden Auge zu offenbaren, so unerwartet nach den bisher geschilderten, einem natürlichen Zerfallsprocesse ähnlichen, jeder Lebensthätigkeitsäusserung anscheinend so fern stehenden Vorgängen. Zuerst am Rande der umgebildeten Körpermasse zur Erscheinung kommend und Anfangs in geringer Zahl, von der immer noch obwaltenden Trübung verschleiert, betreten unmessbar feine, runde, nicht gefärbte Körperchen die Bühne, und keineswegs in untergeordneter, bedeutungsloser Statistenrolle. Was diesen bald in grösserer, zu einem wahren Gewimmel ansteigender Menge auftretenden Körperchen beim ersten Anblick schon ein besonderes Gepräge verleiht, ist ihre Anfangs nicht bedeutende, tanzende, hüpfende Bewegung, welche ich, bevor eine häufigere Beobachtung dieses Phänomens eine dem wahren

Sachverhalte entsprechendere Deutung mir gestattete, für eine Molecularbewegung zu halten geneigt war. Im weiteren Verlaufe dieses interessanten, 1—1½ Stunden hindurch der Beobachtung zugänglichen Phänomens, brechen dann jene Körperchen an unzähligen Stellen zugleich und in immer dichter werdenden Scharen hervor und breiten sich über die ganze Oberfläche aus; bald stellt sich dann auch ein schnelleres Tempo in ihren nun wahrhaft tumultuarischen, sowohl centrifugalen als centripetalen Bewegungen ein, welche nach kurzer Zeit aber eine deutlich markirte Bahnrichtung innehalten, auf der die nun einer weitaus ergiebigeren Locomotion fähigen Körperchen sich tummeln; es ist dies ein um den Mittelpunct, von links nach rechts kreisender, vollfluthiger Strom, dessen Schnelligkeit ein aufmerksames Verfolgen einzelner in besonderes Augenmerk genommener Körperchen keineswegs erschwert. Ohne weitere bemerkenswerthe Veränderungen darzubieten, ohne dass bei der wenig geräumigen Arena und der grossen Zahl der gleichzeitig dabei betheiligten Körperchen irgend welche störende Stockungen eintreten, weicht diese etwa eine Stunde anhaltende rotirende Bewegung dann einem chaotischen, wirren Durcheinander der auf ihren nun verschlungenen Wegen nicht verfolgbaren Körperchen: es gelangt darin wohl das Bestreben zum Ausdruck, möglichst vielen Körperchen möglichst zahlreiche Berührungspuncte mit der von ihnen nach allen Richtungen hin durchkreuzten Leibesmasse zu bieten und diese oft durchfurchten, multipolaren Bahnen in einen wahrhaft fruchtbaren Boden umzuwandeln. — Mit dem allmäligen Nachlass dieser nun anscheinend regellosen Bewegungen macht sich gleichzeitig und in auffälliger Weise gleichen Schritt damit haltend, eine Verminderung der Körnchen bemerkbar, wohl hervorgegangen aus einer Auflösung und nachfolgendem Vermischen mit der übrigen Masse — Genaueres darüber anzugeben bin ich ausser Stande, es gelang mir, auch unter Anwendung mittelkräftiger Immersionssysteme, niemals, diesen muthmasslich statthabenden Vorgang auch nur in einem einzigen Bilde festzuhalten: bald ist jede Spur verwischt, die Körperchen verschwunden. Sowohl die Dauer dieser Bewegungserscheinungen, der darin sich kundgebende ergiebige Ortswechsel der Körperchen, als das durch ihre Strombahn gelieferte optische Gesammtbild derselben, die Regelmässigkeit, mit der sie bei jedesmaligem Eintritt ein und derselben Entwicklungsphase wiederkehren, der darin deutlich ausgeprägte Character einer vollgültigen Lebensthätigkeitsäusserung, die vollständig negative Resultate erzielende Einwirkung an Dichtigkeit

verschiedener, im Uebrigen indifferenter Flüssigkeiten — liefern hinreichende Argumente, dass uns darin keine Molecularbewegung, sondern eine einem lebensfähigen Organismus angehörende Bewegung von physiologischem Werthe entgegentritt.

Eine ihrer Wesenheit auch entsprechende Deutung dieser Körperchen ist nur an der Hand der weiteren Veränderungen zu gewinnen, welche in der so sorgsam vorbereiteten, durch das Einschlagen wahrhaft labyrinthischer Wege zu Stande gekommenen Bildung der eigentlichen Keimmasse gipfeln. Sehr nahe lag es diese langandauernder und specifischer Bewegung fähige Körperchen, welche unmittelbar der Keimmassenbildung vorangehen, die ursächlichen Momente ihres Entstehens ausschliesslich bilden, sie zu weiterer bedeutungsvoller Thätigkeit anregen, sie befruchten — wie die weitern Vorgänge solches unzweifelhaft documentiren — es lag sehr nahe, sage ich, diese Körperchen mit denjenigen Gebilden in eine Parallele zu bringen, die wir mit dem Namen der Spermatozoiden belegen und auch ihnen diese Bezeichnung zu belassen. Da aber hier von einer geschlechtlichen Zeugung, auch im weitesten Sinne genommen, nicht die Rede sein kann, besonders differenzirte keimbereitende Organe nicht vorhanden, zu befruchtende weibliche Keime nicht gegeben sind, ein auch nur im Geringsten accentuirter Gegensatz zwischen männlichen und weiblichen Zeugungsstoffen deshalb nicht obwaltet, obwohl es mindestens wahrscheinlich ist, dass die zoster-Körnchen theilweise zur Bildung der befruchtenden Elemente beitragen, so nahm ich deshalb Anstand, eine freilich nahe liegende Analogie bis auf eine gleiche, keineswegs aber auch nur einigermassen motivirte Bezeichnung auszudehnen, und so zog ich es vor, die in Rede stehenden Gebilde »Befruchtungskörperchen« zu nennen; dass sie mit Recht auf diese Bezeichnung Anspruch haben, geht, wie wir sehen werden, aus dem Gesammtresultate ihrer Wirksamkeit hervor — sie und nur sie allein bringen in der zu befruchtenden Leibesmasse eine zu einer besonderen Umbildung führende Thätigkeit zu Wege, verändern durch ihre Beimischung dieselbe derartig, dass die eigentliche Keimbildung nun von Statten gehen kann. Uebrigens scheinen schon frühere Forscher diese Körperchen oder doch ihnen analoge Bildungen beobachtet zu haben; so geht aus einzelnen Andeutungen hervor, dass Claparède-Lachmann [1]) in ihren, der sogenannten zweiten Entwickelungsreihe von Urnula Epistylidis

[1]) l. c. p. 208 sq.

gewidmeten Untersuchungen ähnliche und auch analog gedeutete Körperchen zu Gesicht bekommen haben. Bündelweise beisammenliegende, als Samenfäden bezeichnete Körper, wie sie Greeff[1]) von Amoeba terricola beschreibt, habe ich weder bei beschalten noch bei nackten Rhizopoden (incl. Amoeben) angetroffen. Solche Befruchtungskörperchen sind von mir freilich erst im Verlaufe andauernder Beobachtungen, bei denjenigen der von mir entdeckten Rhizopoden, die einem dem geschilderten analogen Fortpflanzungsmodus unterliegen, aufgefunden worden; ihre Entstehung geht aber hier von der umgewandelten Leibessubstanz allein aus, und sie selbst erscheinen unter mancherlei Modificationen, die speciell zu erörtern ich in den betreffenden noch zu veröffentlichenden Arbeiten nicht unterlassen werde. So viel steht fest, dass die hierauf bezüglichen Vorgänge dieselben vorbereitenden Stadien durchmachen, nach demselben Typus verlaufen und dieselben Folgeerscheinungen herbeiführen. — Ich habe es trotz vielfach in meinen Diarien vorhandener Zeichnungen unterlassen eine Abbildung dieser Körperchen zu geben, weil das hauptsächlich Characteristische derselben, ihre tumultuarischen, erst eine bestimmte Stromesrichtung innehaltende, dann einem chaotischen Durcheinander Platz machende Bewegungen durch eine Zeichnung auch nicht einmal annähernd wiedergegeben werden kann. — Bald nach Auftreten der Befruchtungskörperchen entzieht sich der Kern nebst Kernkörperchen jeder weiteren Beobachtung; ob er schrumpfend gänzlich atrophirt, oder seinen Inhalt jetzt erst — was übrigens nicht das Wahrscheinlichere ist — der übrigen Masse beimischt, liess sich trotz wiederholt darauf gerichteter Bemühungen nicht definitiv entscheiden. Ist es indessen erlaubt aus analogen, bei anderen Rhizopoden zur Beobachtung kommenden Verhältnissen einen Schluss per analogiam zu ziehen, so dürfte die erste Annahme weitaus grössere Wahrscheinlichkeit für sich haben.

c. Die Keimmasse, Chagrin.

Mit dem Verschwinden der Befruchtungskörperchen haben alle für die Bildung der Keimmasse gesetzten, nothwendigen Vorbedingungen ihren Abschluss gefunden; mit jenem ist auch das individuelle Leben des Thieres in seinen letzten Thätigkeitsäusserungen als erloschen zu betrachten. Verfolgen wir nun die weiteren Erscheinungen, welche das Zustandekommen des Keimes begleiten und ihm die Wege ebnen. Nachdem die Befruchtungskörperchen mit

[1]) Arch. f. mikrosk. Anat. II. p. 299 sq.

ihren Bewegungen auch ihre Function beendet, sehen wir eine von der immer noch intacten Schalenhaut umgebene, regungslos daliegende, jeder accentuirten Lebensthätigkeit scheinbar entrückte Masse vor uns, welche, begegnete ihr das Auge eines nicht in die verborgenen Tiefen ihres Lebens Eingeweihten, von diesem wenn auch nicht übersehen, so doch wohl nur als ein detritischer Auflösung anheimgefallenes Gebilde organischen Ursprungs und deshalb als einer weiteren Beachtung nicht werth angesehen werden würde. Bemerkenswerth ist es in der That, wie lange diese Masse allen Einflüssen der Temperatur u. s. f. Widerstand zu leisten und auch bei dem Mangel jeglicher Pflege ihre Entwickelungsfähigkeit zu bewahren vermag. So zart Troglodytes und die ihm unmittelbar vorangehenden, durch die Mono- und Diplostigma-Form, wie ich sie nenne, repräsentirten Entwickelungsphasen sich bekunden, so widerstandskräftig und derb erscheint die Keimmasse, deren endgiltige Umbildung und dabei zu Tage tretende Charactereigenthümlichkeiten ich jetzt besprechen will. Zunächst ist eine Aufhellung derselben zu registriren, nur noch an einzelnen durchaus nicht regelmässig angeordneten Stellen wirft eine wolkige Trübung ihre Schatten darüber. Wie mich durch wiederholtes Vergleichen geprüfte Erfahrungen lehrten, wird sie unter Anwendung einer in allen Beziehungen sich stichhaltig erweisenden Pflege zu einer viel schnelleren und mit Bequemlichkeit stufenweise zu verfolgenden Entfaltung ihres sonst längere Zeit in einem latenten Zustande verharrenden Lebens angeregt. Ein wenig Feuchtigkeit bei eingetrocknetem Material, ein wenig Wärme bei kalten Temperaturverhältnissen, ein Beimischen geringer Quantitäten thierischer Abgangsstoffe genügen, um jenes latente Leben in ein offenkundiges und in mannigfaltigen Aeusserungen sich documentirendes zu verwandeln. Aber auch ohne solche Pflege, nur bedeutend langsamer die weiter folgenden Phasen durchmachend, verliert sie, wie oben angeführt, keineswegs weder die Tendenz noch die Fähigkeit zu ferneren Umbildungsprocessen, und kann ich gerade diese ihr anhaftende, andauernde Zähigkeit nicht genug hervorheben gegenüber der schnellen Vernichtung, welcher die Entwickelungsphasen der einem andern Fortpflanzungsmodus unterworfenen Rhizopoden unter gleichen ungünstig influirenden Bedingungen anheimfallen. — An vielen Stellen dieser Masse gleichzeitig entstehend, treten dann kleine, scharf contourirte Pünctchen auf, die bald an Umfang gewinnend, als tüpfelartige Hervorragungen erscheinen; wir haben also in jener die Keime erzeugende, immer noch aber als selbstständiger Rest verbleibende,

aus den beschriebenen Umwandlungen hervorgegangene, gelb nüancirte Tinten zeigende Grundsubstanz, in welcher zufolge nicht näher zu ermittelnder Vorgänge kleine Körnchen, die eigentlichen Keime, entstehen, aus denen wiederum dann die weiteren Entwickelungsphasen sich hervorbilden. Diese in Form tüpfelartiger Erhabenheiten auftretenden Keime zeigen eine ausserordentlich gleichmässige Anordnung, stehen dicht gedrängt, meist gerade Linienfluchten bildend, nebeneinander und lassen deshalb auch ebenso regelmässig angeordnete, äusserst winzige Zwischenräume zwischen sich. Bei hoher Einstellung, von der Fläche aus gesehen, erscheinen sie wie die nur wenig über das Niveau hervortretenden wärzchenförmigen Knötchen des sogenannten Chagrinpapieres, und habe ich sie in Ermangelung einer zutreffenderen und motivirteren Bezeichnung in concreter Weise Chagrin genannt.

Anfangs die ganze Höhlung der Schalenhaut einnehmend, ballt sich der Chagrin später etwas zusammen (Fig. 4), wohl in Folge eines veränderten, durch Flüssigkeitsabgabe herbeigeführten Zustandes der Grundmasse und lässt am oralen Pol eine halbmondförmige Lücke übrig. Bald macht sich auch nun ein beginnendes Zerbröckeln der Schale bemerklich, einzelne Stellen erscheinen rissig, hier und da treten klaffende Oeffnungen auf, bis zuletzt Grundsubstanz und der in ihr abgelagerte Chagrin frei werden und in die Aussenwelt gelangen. Nicht mehr in enge Grenzen gebannt und in seiner fortschreitenden räumlichen Ausdehnung mit dem Auge verfolgbar, verliert die Chagrinkugel immer mehr und mehr von ihrer ursprünglich runden Form, plattet sich unter allmäliger Ausgleichung der Dicke der Schichten ab und stellt dann einen unregelmässig begrenzten, nicht stark lichtbrechenden Körper dar, dessen Oberfläche wegen der stärker hervortretenden Körnchen wie rauh erscheint, eine durchaus characteristische Eigenschaft. Betrachtet man den Chagrin in diesem Zustande, so käme man wohl in die Lage der Annahme sich zuzuneigen, dass der Process damit beendet und der Weiterentwickelung der einzelnen Körnchen nichts mehr im Wege stände, in analoger Weise etwa, wie aus der zu rundlichen Körpern umgewandelten Keimmasse der Gregarinen[1]) sich ohne weitere Zwischenphasen die sogenannten Pseudonavicellen hervorbilden. Dem ist indessen nicht so, die Natur schlägt hier ein complicirteres Verfahren ein und un-

[1]) Nicht alle Gregarinen übrigens sind diesem Fortpflanzungsmodus unterworfen, wie ich auf das Bestimmteste versichern kann.

terwirft den Chagrinhaufen einem Zerklüftungs-Furchungsprocesse, eine weitere und meiner Meinung nach wohl zu beachtende Andeutung eines Anklingens an specifische Vorgänge der geschlechtlichen Zeugung. Freilich werden wir hier nicht allein eine nach bestimmter Progression erfolgende, zunehmende Vermehrung der Furchungskugeln und das darin deutlich genug sich aussprechende Bestreben vermissen, womöglich gleichwerthige Theilmassen hervorzubringen, wir werden auch eine vergebliche Umschau nach jenen Gebilden halten, die als Gravitationscentra, als mitbewegende Ursachen des Furchungsprocesses gelten — den Kernen — immerhin tritt aber dasselbe Princip auch bei dem in Rede stehenden Vorgange zu Tage, welcher wohl in dieser ursprünglichen Form zu weit älteren Perioden der Stammesgeschichte der Organismen hinaufreichen und vielleicht als erste Andeutung des so wirkungsreichen Gesetzes der Arbeitstheilung aufgefasst werden dürfte.

Der hier stattfindende Modus ist folgender:

Nachdem zuerst einige, meist in unregelmässigen Curven verlaufende, anscheinend oberflächlich gelegene Linien, die aber keineswegs die ganze Breite der Masse durchsetzen und plötzlich wie unterbrochen scheinen, sich bemerkbar gemacht haben, werden sie, einander entgegenkommend und schneidend, bald zu tiefer eindringenden und die Keimmasse in ungleich grosse Ballen abtheilende Furchen; die so von einander geschiedenen Theilmassen (Fig. 5) trennen sich immer mehr, und es vollzieht sich an ihnen ein dem eben beschriebenen gleicher Process. Das gemeinsame Resultat dieses wohl mit vollem Rechte als Zerklüftung, Furchung zu bezeichnenden Vorganges besteht darin, dass sich nun eine durchaus nicht constant bleibende Menge grösserer und kleinerer, verschiedentlich und oft bizarr geformter, nebeneinander liegender, doch in keinem Zusammenhange stehender Haufen gebildet hat. Die grösser gewordenen, durchsichtigen, nicht mehr scharf contourirten Körnchen treten nun, sich mehr und mehr sondernd, mit der Aussenwelt in nähere Berührung, da die Grundsubstanz, in der sie eingebettet lagen, zusehends schwindet, in einen feinkörnigen Detritus zerfällt und so ein gänzliches Freiwerden der einzelnen Körnchen veranlasst. Je mehr letztere nun an Umfang zunehmen, eine desto deutlicher in die Augen fallende Umwandlung erleiden sie; bald rundlich, bald mehr elliptisch, zuweilen (in der Seitenansicht) an der einen Fläche eine concave Einbuchtung zeigend, sind sie zu matt-bläulich das Licht brechenden, protoplasmatischen Klümpchen geworden und stellen so die

eigentlichen, aus allen bisher beschriebenen Metamorphosen als Endresultat hervorgegangenen Keime oder Keimkörner dar, an denen sich bereits bei aufmerksamer Beobachtung kleinste Bewegungserscheinungen in Form von um die Längsaxe vor sich gehender Drehungen erkennen lassen (Fig. 6). — Beiläufig erwähnt sei es, dass die bei anderen Rhizopoden von mir beobachtete Chagrinbildung sich von der eben beschriebenen nur in so weit unterscheidet, als bei jenen nicht die Gesammtkörpermasse in Chagrin sich umbildet: es geht hier nämlich nur eine partielle Chagrinbildung in der Weise von statten, dass in der Leibesmasse 2, 3—5 von einander getrennte und von Anfang an in keinem Zusammenhange stehende Chagrinkugeln sichtbar werden, deren Weiterentwickelung, ohne vorangehenden Zerklüftungsprocess, indessen nach demselben Typus verläuft. — Nach einer in Auerbach's [1]) bekannter Arbeit gelieferten Beschreibung unterliegt es für mich keinem Zweifel, dass der genannte Autor bei seiner mit Cochliopodium Hertwig [2]) wahrscheinlich identischen Amoeba bilimbosa ähnliche Bildungen gesehen hat; er nennt sie granulirte Innenkörper und ist in seiner vorsichtigen Weise zweifelhaft, ob er dieselben als Stadien eines Encystirungsprocesses aufzufassen oder in Beziehung zu bringen hat zu einer erst nach Erlöschen des Lebens auftretenden fettigen Entartung, welcher letzteren Deutung er am Schlusse seiner Mittheilungen sich entschieden zuneigt; er hebt, was mich in meiner Annahme, er habe Chagrinbildungen vor sich gehabt, noch bestärkt, es besonders dabei hervor, dass er bei diesen Umwandlungsstufen der erwähnten Amoebe keine Spur eines Kernes mehr habe auffinden können. Warum übrigens nicht auch bei Süsswasser-Rhizopoden ein ähnlicher Keimkörner-Bildungsprocess stattfinden könne, vermag ich nicht abzusehen; ich habe in Aufgüssen, in dem schlammigen, lemnareichen Wasser kleiner Teiche unzweifelhafte Chagrinbildungen angetroffen und halte mich überzeugt, dass bei weiteren darauf bezüglichen Untersuchungen, zu denen aufzufordern ich hiermit mir erlaube, sich noch manche Rhizopoden finden werden, welche die Erscheinungen analoger Zeugungsvorgänge darbieten. Vorläufig wenigstens fehlt es an auch nur annähernd triftigen Argumenten, anzunehmen, dass an den allerdings andern Lebensbedingungen unterstellten Aufenthalt in feuchter Erde u. s. w. das Vorkommen eines so prägnant sich darstellenden Fort-

[1]) Zeitschrift f. wiss. Zool. VII. p. 388, 390. Taf. XIX, Fig. 20—23.
[2]) l. c. p. 66.

pflanzungsmodus gebunden sei; jedenfalls werden hierfür noch andere ursächliche Momente massgebend sein, deren Erkennen und Verständniss nur aus einer unendlichen Reihe auf denselben Punct gerichteter Beobachtungen erzielt werden könnten.

3. Die Entwickelung des Keimes.

a. Erstes Stadium, die Monostigmaform.

Hatten wir es bisher mit Umbildungen der schon durch die Copulation veränderten und durch die Befruchtungskörperchen zu einer specifischen Thätigkeit angeregten Leibesmasse zu thun, Umbildungen und Veränderungen, welche sich innerhalb der noch intact gebliebenen Schalenhaut vollzogen und mit der Zeugung des Keimes ihren Abschluss fanden, so begegnen wir von nun an in diesem einem neu beginnenden individuellen Leben, dessen mannigfache, oft seltsame Durchgangspuncte aufweisende, in der Aussenwelt vor sich gehende Entfaltung wir bis zur endständigen Bildung des jungen Troglodytes ununterbrochen verfolgen können.

Mit einer zusehends ansteigenden Zunahme seines Umfangs lässt der nicht constante Formen darbietende Keim — wahrscheinlich resultirend aus minutiösen, der Wahrnehmung sich entziehenden wechselnden Contractionszuständen seines Protoplasma — eine unzweifelhaft sich als solche documentirende Neubildung erkennen, die als unzweideutiger Ausdruck des in ihm thätigen Lebens erscheint; es ist eine allerdings durchaus spärliche, kaum durch einige Körnchen vertretene, blasse, von dem Protoplasma sich wenig abhebende Granulation, welche nicht allein als erste Differenzirung innerhalb jener, sondern auch als erste Anlage der später massenreicher vorhandenen granulirten Leibessubstanz des künftigen Troglodytes sich darstellt. Bald fesselt eine neue Erscheinung das beobachtende Auge, die in einer noch mehr accentuirten Weise den Character des vor uns befindlichen, winzigen organischen Gebildes enthüllt und von einer höhergradigen Thätigkeit innerhalb desselben Zeugniss ablegt. An einem der beiden Pole des Keimes nämlich macht sich eine ungemein kleine, blassrosa das Licht brechende Stelle bemerklich, die jüngstentstandene erste Vacuole, die, bis zur endgiltigen Entwickelung des Tr. persistirend, ungemein selten collabirt; um sie von den erst später auftretenden, weit häufigere Füllungsmomente darbietenden grösseren contractilen Behältern zu unterscheiden, habe ich sie stigma genannt, und von diesem Attribute auch die Bezeichnung für dieses erste

Stadium der vor sich gehenden Keimesentwickelung, die Monostigmaform, entnommen (Fig. 7). Geraume Zeit hindurch blieb ich nun in Betreff der ferneren Schicksale der Monostigmen in vollständiger Unklarheit; an ihnen liess sich keine fortschreitende Umbildung, keine zu einer höheren Entwickelungsstufe führende, eine solche vorbereitende Veränderung nachweisen, und ich mühte mich vergebens ab, für irgend eine meiner darauf bezüglichen Combinationen einen Anhalt, eine sichere Basis zu gewinnen; ich war freilich schon lange auf eigenthümlich geformte, gewisser Bewegungen fähige Gebilde aufmerksam geworden, die sich fast immer zu gleicher Zeit mit jenen in meinem Material vorfanden, und wenn auch Manches in ihrer Erscheinung auf einen genetischen Zusammenhang mit den Monostigmen hindeutete, so vermochte ich doch nicht für diese wohl leise aufdämmernde Vermuthung auch nur einigermassen stichhaltige Argumente aufzufinden, bis ein glückliches Ungefähr, eine einzige Beobachtung, mich den Schlüssel zu dem vorliegenden Räthsel auffinden liess: ich sah zwei nebeneinander liegende Monostigmen als Vertreter gleichwerthiger Rollen ein seltsames Schauspiel aufführen — sie verschmolzen miteinander (Fig. 8—14). Dass ich es mir fortan sehr angelegen sein liess, so oft wie möglich als aufmerksamer Zuschauer diesem Vorgange, dem ich oft stundenlang geduldig entgegenharrte, beizuwohnen, bedarf nicht der Versicherung; von den dabei statthabenden, stets in derselben Folge sich aneinander reihenden Erscheinungen können mir nur sehr wenige entgangen sein. Es legen sich zwei Monostigmen unter Beihülfe eines mit Drehbewegungen verbundenen minimalen Ortswechsels so aneinander, dass sie sich mit den ihren Längsaxen entsprechenden, die meisten Berührungspuncte liefernden Flächen berühren, um für eine kurze Spanne Zeit dasselbe gegenseitige Lagerungsverhältniss innehaltend, sich dann wieder etwas von einander zu entfernen, doch weit genug, dass der sie trennende Zwischenraum deutlich wahrgenommen werden kann. Hat das Spiel in dieser Weise zwei bis dreimal sich wiederholt, so zeigen dann die wiederum einander näher rückenden Monostigmen eine Formveränderung, indem die Berührungsfläche des einen eine concave, die des andern eine convexe Linie darstellt; es gibt sich darin das Bestreben zu erkennen, die geplante und so vorbereitete Verbindung zu einer innigeren zu gestalten, eine Annahme, die in dem Folgenden eine vollkommene Bestätigung findet: sehr bald sieht man nämlich aus der convex erscheinenden Berührungsfläche des einen Individuum eine sich deutlich markirende, zipfelartige Verlängerung

hervorgehen, die sich weiter entwickelnd zu einem kegelförmigen, zapfenartigen Vorsprunge wird und in das Protoplasma des andern, seine Concavität ihm zukehrenden Monostigma eindringt. Weder einer durch Fortschieben des Deckblättchens herbeigeführten Lageveränderung der so einen grösseren gegenseitigen Halt aneinander findenden Monostigmen, noch einem stärkeren auf sie ausgeübten Drucke weicht diese als Vorläufer der eigentlichen Verschmelzung zu betrachtende und auf eine einzige nicht umfangreiche Stelle beschränkte Verbindung, welche schon aus diesem Grunde nicht als ein blosses, nur die Oberfläche betreffendes Hinüberschieben eines protoplasmatischen Fortsatzes erachtet werden kann, und um so weniger, als das Eindringen jenes keilartigen Vorsprunges ein Verdrängen der protoplasmatischen Substanz des anderen Monostigma involvirt, wofür nicht allein die an der betreffenden Stelle vor sich gehende, durch Farbennüancirung sich kundgebende Lageveränderung der Schichten des Protoplasma, sondern auch der Umstand spricht, dass während des Eindringens jenes Vorsprunges ein nur auf mechanische Ursachen zurückzuführendes Auseinanderdrängen der die spärliche Granulation bildenden Körnchen stattfindet. Dieses localisirte Aneinanderhaften schliesst deshalb aber in keiner Weise eine gesonderte Bewegungsfähigkeit jedes der beiden Monostigmen aus, es beschränkt sie kaum; bald dreht sich das eine in der Richtung seiner Längsaxe, bald schiebt sich das andere mit dem einen Pole über den entsprechenden des ersten hinüber, zuweilen in solcher Ausdehnung, dass sie mit zwei Drittel ihres Leibesumfanges einander decken. Diese Bewegungserscheinungen lediglich als in zufälligen Formen erscheinende, den Endzweck der Verschmelzung nicht fördernde Contractionen des Protoplasma zu betrachten, entspräche dem Character dieser stets nach demselben Schema sich abspielenden Vorgänge in keiner Weise; sie laufen alle darauf hinaus, den auf physikalischen Gesetzen beruhenden Widerstand, der sich einem schnell erfolgenden Ineinanderfliessen, Vermischen zweier im Ganzen und Grossen morphologisch und chemisch gleichwerthig zu erachtender protoplasmatischer Substanzen entgegenstellt, allmälig zu überwinden. — Haben diese Bewegungen eine Zeitlang gedauert, so tritt eine keine bestimmte Zeiteinheiten innehaltende Ruhepause ein, bis das Spiel unter gewissen Modificationen von Neuem beginnt. Vor Allem fällt dabei das Bestreben der beiden Monostigmen in die Augen, diejenigen ihrer (gleichartigen) Pole einander geflissentlich zu nähern, die an dem Verschmelzungsprocess participiren, Verschmelzungs-

pole, welche ausnahmslos die umfangreicheren und an Masse überwiegenden sind, während die ihnen entgegengesetzten, schmäleren, constant die, wie bereits erwähnt, persistirenden Stigmen beherbergenden, die Stigmenpole, einander ferne bleiben und, jeder für sich einen mehr oder weniger der conischen Form sich nähernden Lappen darstellend, einen je nach den auch hier sich bemerkbar machenden Schwankungen bald grösseren, bald kleineren zungenförmigen Ausschnitt zwischen sich lassen — innerhalb des Rayon derselben findet keine Verschmelzung statt, die erst in einem viel späteren Entwickelungstadium zum vollständigen Austrag gelangt. Damit ist die bisherige Parallelität der Längsaxen aufgehoben, die nun an den Verschmelzungspolen beinahe ineinanderfallen, an den Stigmenpolen am meisten divergiren. Bald treten dann heftig zu nennende, rollende, mit Ortswechsel verbundene Bewegungen ein, abwechselnd mit starken Contractionen nur eines Monostigma, gewöhnlich desjenigen, in den der zapfenartige Vorsprung des andern hineinragt und das deshalb von kleinerem Umfange, kugelig zusammengeballt und von dunklerer Contour umgeben erscheint. Blieb bisher auch an den Verschmelzungspolen noch ein kleiner, die Monostigmen trennender Zwischenraum, so verkleinert derselbe sich immer mehr und mehr, die Contouren jener geben sich nicht mehr als deutlich und scharf von einander sich abgrenzende Linien zu erkennen, und unter einer nochmaligen, blitzschnell vollführten Axendrehung haben sich die zum Bezirk der Verschmelzungspole gehörenden, bis zum zapfenartigen Vorsprunge hin sich erstreckenden protoplasmatischen Substanzen zu einer einzigen, nur durch eine Contour begrenzten vereinigt, und der Act der theilweisen Verschmelzung hat damit sein Ende erreicht. Das Product dieser Verschmelzung, die als eine nothwendige und entwickelungsfördernde Zygose betrachtet werden muss, ist ein neues Lebewesen, welches, obgleich ungleichwerthig jedem der beiden ihn bildenden mütterlichen Organismen, von ihnen die spärliche Granulation und die Stigmen in unveränderter Weise entlehnt, in sich aufnimmt und sich zu eigen macht, und das zweite Stadium in der Entwickelungsreihe des Keimes, die Diplostigmaform darstellt.

Bei aufmerksamer Durchmusterung eines ergiebigen, unter Beachtung der bereits früher angegebenen Normen stets ausnutzbaren Materials, ist dieser Vorgang der theilweisen Verschmelzung zweier Monostigmen zu allen Jahreszeiten anzutreffen, wenngleich auch hier gewisse durch die Summen der Einflüsse äusserer Verhältnisse gegebene Schwankungen in Betreff sowohl der Häufigkeit seines Vor-

kommens, als der Schnelligkeit seines Ablaufens sich geltend machen, zwischen welchen ein unverkennbares Gegenseitigkeitsverhältniss obwaltet. Nach meinen bisherigen Erfahrungen sind die Monate April und Mai als diejenigen zu bezeichnen, welche die besten Chancen für ein häufigeres Antreffen dieses partiellen Verschmelzungsprocesses liefern, das freilich wiederum mit dem Nachtheil verknüpft ist, dass jener schon innerhalb von zwei bis drei Minuten seine Phasen durchläuft; im September kommt er seltener zur Beobachtung, währt dann aber etwa eine halbe Stunde und gestattet so eine eingehendere und resultatreichere Beobachtung.

Aus der morphologischen Bedeutung dieses Vorganges resultirt zugleich sein physiologischer Werth — zwei als Individuen anzusprechende, bewegungsfähige, nur einen geringen Grad von Differenzirung zeigende, doch kernlose Protoplasmaklümpchen gehen, theilweise miteinander verschmelzend, eine derartige und bleibende Verbindung ein, dass sie zu etwa zwei Drittel ihres Umfangs (am Verschmelzungspol) zusammenfliessen, während am entgegengesetzten (Stigmenpol) noch eine in Gestalt lappenartiger Zipfel erscheinende Sonderung, ein Fortexistiren noch nicht ineinander vollständig aufgegangener individueller Reste statthat. Mit dieser partiellen Verschmelzung indessen beginnt sehr bald eine nachdrücklich sich kundgebende erhöhte Lebensthätigkeit, wie wir sehen werden, deren das einzelne Monostigma für sich allein nicht fähig wäre, eine Functionsveränderung, eine Functionsvermehrung, und damit ein nur so allein ermöglichtes Aufsteigen zu einem höherwerthigen Organismus — niemals kann ein einzelnes Monostigma sich zu einem Troglodytes, der Endform, umbilden, wodurch indessen nicht ausgeschlossen bleibt, dass, nachdem es die äusserste Grenze der seiner Individualität gewährten Entwickelungsfähigkeit erreicht hat, das einzelne Monostigma als solches seine individuelle Existenz eine Zeit lang fortzuführen vermag.

Eine wahrhaft überraschende Aehnlichkeit in der Reihenfolge der Erscheinungen bieten hierzu die Verschmelzungsvorgänge der Kerne der Furchungszellen im Nematodenei, welche Auerbach [1]) im zweiten Heft seiner organologischen Studien uns kennen gelehrt und in vortrefflicher, ausführlicher Weise geschildert hat; die folgerichtig sich uns aufzwingende Deutung der Gesammtleistung dieser Vorgänge ist wohl im Stande, das mysteriöse Dunkel, welches bisher

[1]) Auerbach, Organolog. Studien 2. Hft 3. Abschn. p. 210—214, Fig. 3—8.

immer noch die ersten Entwickelungsstadien des befruchteten Eies umgab und ein geläutertes Erkennen des bewegenden Princips derselben zur Unmöglichkeit machte, zum allergrössten Theile zu lichten. — Würde es nicht geradezu gewagt erscheinen, die Monostigmen als echten Zellkernen gleichwerthige Zellenderivate zu betrachten, so dürfte ein Parallelisiren beider Vorgänge auf Grund dann unzweifelhaft vorliegender Analogien, selbst Homologien, nicht unfruchtbare Resultate liefern; so aber muss ich selbstverständlich davon abstehen, doch aber darauf hinzudeuten mir erlauben, dass von weiteren und auf einen grösseren Bezirk ausgedehnten Untersuchungen immerhin ein Auffinden vermittelnder Bindeglieder nicht ganz hoffnungslos erscheint. Einen einzigen darauf bezüglichen Punct nur will ich zum Zwecke eines anzubahnenden Vergleiches in Erwägung ziehen. Auerbach lässt das Entgegenrücken und die spätern Rotationserscheinungen der Kerne lediglich aus den Contractionen des Protoplasma resultiren — dagegen ist trotz der noch mangelnden näheren Kenntniss des dabei freilich wohl zum plastischen Ausdrucke gelangenden und innerhalb der einzelnen Eibezirke wohl nicht gleichmässig wirkenden Mechanismus nicht viel einzuwenden — wie und warum aber dieser Mechanismus gerade mit der Bildung der auf Tafel IV, Fig. 8 wiedergegebenen, spindelförmigen Kerne abschliesst, darüber wäre ein durch fortgesetzte Beobachtungen, welche Auerbach doch meisterhaft anzustellen versteht, sich ergebender Aufschluss erwünscht; nicht minder erscheint es mir unerfindbar, aus welchem Grunde die Bewegungen der Kernkörperchen nicht gleichen Ursachen zu unterstellen sein sollten; ist letzteres aber der Fall, so können sie nur auf Contractionen des Kernsaftes zurückgeführt werden, und damit wäre die Annahme einer selbstständigen, von den Contractionen des Protoplasma unabhängigen, wenn auch nur minimalen Bewegungsthätigkeit des Kerns nicht zurückzuweisen, der doch auch morphologisch nichts anderes darstellt, als ein aus protoplasmatischer und deshalb contractiler Substanz bestehendes Gebilde.

b. Zweites Stadium, die Diplostigmaform.

Die vielfachen Schwierigkeiten, welche sich bisher den Beobachtungen entgegenstellten und nur, wenn auch nicht ganz, so doch zum grossen Theil unter bedeutendem Zeitaufwande und geduldigem Harren überwunden werden konnten, ebnen sich von nun an und es fällt nicht schwer, die weiteren, zur endgiltigen Umbildung führenden Entwickelungsphasen stufenweise zu verfolgen.

Das aus einer theilweisen Verschmelzung zweier Monostigmen hervorgegangene Diplostigma bietet innerhalb der ersten Phasen seiner bedeutend längere Zeit beanspruchenden Weiterentwickelung nur wenige und äusserst langsam von statten gehende Veränderungen dar (Fig. 14, 15). Wegen Mangels an festen und bestimmten Normen in Betreff der Architectur seiner Umrisse lässt sich eine allgemein gültige und den mancherlei Variationen unmöglich entsprechende Bezeichnung für die Körperform schwer geben, am ehesten könnte man sie eine der Herzform sich nähernde nennen. Die den Verschmelzungspol umgebende einfache, zarte, zuerst in der Form eines Kreisabschnittes erscheinende Contour wird in Folge einer nicht genau die Mitte einhaltenden Einbuchtung unregelmässig wellenförmig und geht in einer bald mehr, bald weniger deutlich ausgeprägten, geschwungenen und convergirenden Linie jederseits in die meist zitzenartig endenden Lappen über, der Rest der nicht miteinander verschmolzenen früheren Monostigmen. Mit dem Aufhören seiner Function, einen Stützpunct für die der Verschmelzung vorangehende Zygose abzugeben, hat der zapfenartige Vorsprung auch seine morphologische Bedeutung eingebüsst; er plattet sich ab, verblasst, seine Contouren sind nicht mehr deutlich zu verfolgen, kaum noch angedeutet, und bald verschwindet er gänzlich, wahrscheinlich vollzieht sich dann im Umkreise dieser Stelle ein bisher verhindertes Zusammenfliessen des Protoplasma. Die Lappen dagegen bleiben durch zwei mehr oder weniger gekrümmte und je nach der augenblicklichen Lage, welche Diplostigma einnimmt, nebeneinander verlaufende oder sich kreuzende Linien begrenzt, an deren wechselndem optischen Ausdruck wohl auch die freilich minimalen Contractionen des Protoplasma participiren; dass aber diese Lappen durch eine ganz allmälig erfolgende Verschmelzung mehr und mehr ineinander aufgehen, ergibt sich aus der Breiteabnahme des sie trennenden zungenförmigen Ausschnittes; sie erscheinen deshalb einander näher gerückt und vertauschen ihre zitzen- oder zipfelartige Form mit einer mehr sich abrundenden. Dabei geht zugleich ein in demselben Maasse fortschreitender gegenseitiger Ausgleich der verschmolzenen protoplasmatischen Substanzen vor sich und wird besonders ersichtlich aus einer nun gleichmässigeren Vertheilung der übrigens bald zahlreicher auftretenden Körnchen, welche unmittelbar vor und nach dem Verschmelzungsprocesse, wie bereits oben angeführt, aus dem Rayon des Verschmelzungspoles nach den Lappen hin zurückgedrängt wurden. Bei noch unveränderten Dimensionsverhältnissen erscheinen die

Stigmen fast immer abwechselnd, nur höchst selten gelangen beide zugleich zur Anschauung: sie liegen den Lappenenden jetzt etwas näher, doch ist diese Lageveränderung nur eine scheinbare, der optische Ausdruck einer solchen wird dadurch hervorgerufen, dass die nun eine mehr abgerundete Form annehmenden Lappenenden unter Contractionserscheinungen den Stigmen näher rücken. — In diesem Zustande verharrt Diplostigma lange und es gehen 1—2 Wochen darüber hin, ehe weitere und auffällige Umbildungsveränderungen sich einstellen: einer eigenthümlichen Erscheinung indessen muss ich hier Erwähnung thun, die ich zuerst auf Rechnung eines verdorbenen Zustandes des Materials bringen zu müssen glaubte, eine Annahme, welche jedoch mit den Ergebnissen fortgesetzter Beobachtungen keineswegs in Einklang zu bringen war — es kamen mir gerade während dieser eine Zeitlang in demselben status verharrenden Entwickelungsphase zu wiederholten Malen Diplostigmen vor Augen, welche unverkennbare, verschiedengradige Verkümmerungszustände wahrnehmen liessen; des Protoplasma mattbläuliche Färbung weicht einem schmutzigen Grau, die bisher in mehr oder weniger geschwungenen Linien verlaufenden glatten und zarten Umrisse desselben zeigen höckerige, grobcontourige Ausbuchtungen, an vielen Stellen der Oberfläche treten grössere und kleinere, unregelmässig vertheilte Plaques feiner, eigenthümlich glänzender Körnchen auf, welche, sich immer weiter ausdehnend, das Diplostigma einem schnell eintretenden Detritus entgegenführen. Ich überzeugte mich dann, dass auch die in frischem, den gewöhnlichen Fundgruben entnommenen Material sich findenden D. und oft in grosser Zahl diese — ich kann wohl sagen krankhafte Entartungen zur Schau tragen, bin aber bis jetzt nicht im Stande gewesen dieselbe auf bestimmte ursächliche Momente zurückzuführen — bestimmt kann ich aber versichern, dass darin weder Bacterien- noch Pilzbildungen vorlagen; ich füge hinzu, dass ich zeitweise auch an andern Erd- wie Süsswasserrhizopoden ähnliche, stets ein rapides Zugrundegehen derselben involvirende krankhafte Zustände angetroffen habe; ob überhaupt und wie weit dabei eine theilweise veränderte Beschaffenheit des Aufenthaltsmedium, oder aus andern Ursachen resultirende Ernährungsstörungen in eingreifender Weise betheiligt sind, muss ich einstweilen dahingestellt sein lassen.

Die bisher nur unbedeutend an Umfang gewachsenen Diplostigmen lassen in den dieser Ruhepause folgenden, schneller ablaufenden und einander ablösenden Entwickelungsstufen zuerst eine bedeutsame Veränderung im Bereiche des Protoplasma erkennen; es erscheint

dunkler, weil consistenter geworden, doch mögen wohl auch zum Zustandekommen dieser gesättigteren Färbung die nun häufiger, doch in unregelmässigen Intervallen auftretenden und in ihren Leistungen zum sichtbaren Ausdruck gelangenden Contractionen desselben beitragen, welche nach der einen Seite geringe Veränderungen der Körperform, nach der andern minimale Locomotionen zu Wege bringen. Die jedenfalls durch Flüssigkeitsabgabe erzielte grössere Consistenz des Protoplasma hält gleichen Schritt mit den an Umfang gewinnenden Stigmen, an denen sich häufigere Füllungsmomente erkennen lassen; fast immer nur alternirend erscheinend, gehen sie von der runden zur langgestreckten Form über, stellen dann einen kleinzonigen, wie durch eine Sehne begrenzten Kreisabschnitt dar, um, plötzlich collabirend, für eine gewisse Zeit zu verschwinden, und wiederholen sich diese Erscheinungen des sogenannten Pulsirens ausnahmlos in derselben Reihenfolge. Einander noch näher gerückt, an ihren inneren Flächen durch zwei kürzer gewordene, gerade, nebeneinander verlaufende und sich fast schon berührende Contouren markirt, zeigen die Lappen an ihren frei liegenden, mehr abgeplatteten Enden nur noch einen ganz unbedeutenden Ausschnitt, beides der Ausdruck für eine über ein inneres grösseres Gebiet sich erstreckende, unaufhaltsam weiter fortschreitende Verschmelzung, mit der ein allmälig deutlicher sich manifestirender Uebergang von der herzförmigen zu einer stumpfkegeligen, einer vollkommenen Symmetrie aber entbehrenden Form des Diplostigmakörpers Hand in Hand geht (Fig. 16). — Neben der schnell reichlicher werdenden, doch noch feinen und blassen Granulation treten hier und da, bald einzeln, bald zu winzigen Häufchen sich ansammelnd, grössere und stärker lichtbrechende Körnchen auf, welche die erste Anlage des künftigen zoster darstellen, doch halten sie jetzt noch keineswegs die Mittelzone des Diplostigmakörpers ein, sondern finden sich eben so häufig in der Nähe der Lappen als an dem nun durch eine stärker gewölbte Linie begrenzten Verschmelzungspol. Gleichen Schritt mit der massenhafter, wenn ich so sagen darf, sich herauskrystallisirenden Granulation hält das mehr in der Richtung der Längen- als der Queraxe erfolgende Wachsthum des Diplostigma, an dessen Stigmenpol die nun wohl schon rudimentär zu nennenden Lappen inniger mit einander zu verschmelzen beginnen; ihre innern Flächen berühren sich so nahe, schmiegen sich so sehr einander an, dass nur mehr eine einzige, strichartige, durchaus nicht scharf sich abhebende Linie ihre Begrenzung bildet; auch die in unregelmässiger Curve verlaufenden Contouren ihrer freien,

unteren Flächen verlieren sich ineinander und damit ist auch der letzte Rest des aus einer weit zurückliegenden Periode stammenden zungenförmigen Ausschnittes verschwunden (Fig. 18).

Bewahrten bis jetzt die durch Mono- und Diplostigma repräsentirten Entwickelungsphasen des werdenden Troglodytes den zweifellosen Character von, allmälig sich potenzirender Differenzirung fähigen, doch immer noch kernlosen Protoplasmaklümpchen, welche, ohne feste Normen in Betreff der Architectur ihrer Körperumrisse darzubieten, doch in einer gewissen gesetzmässigen Folge ihre Formen anpassten den durch die augenblicklichen Verhältnisse der verschiedenen einander ablösenden Umbildungsphasen sowohl, als durch den Contractionscoëfficienten ihres Protoplasma gelieferten Bedingungen — so tritt jetzt eine, auch eine grössere Summe von Zeiteinheiten beanspruchende, doch immerhin gefügigere Uebersicht gestattende Periode ein, von deren Beginn wohl die deutlicher sich hervorbildende Individualität des jungen bald kernbehafteten Organismus datirt; eine Reihe in bestimmterer Weise characterisirbarer Uebergangsformen führt in ihr zum morphologischen Höhenpuncte, der endgiltigen Troglodytesform.

c. Umbildung zu Troglodytes.

Die wichtigsten Vorgänge, welche innerhalb dieser letzten, beim Vorwalten günstiger äusserer Einflüsse in 5—6 Tagen sich abspielenden Periode zu registriren sind, betreffen vornehmlich die Entstehung und Wanderung des Kerns als desjenigen Gebildes, das in seiner morphologischen wie physiologischen Bedeutung so untrennbar innig mit dem Begriffe der Zelle, des organischen elementaren Bausteins, verwebt ist und mit dessen Bildung also auch hier derjenige Zeitpunct anhebt, wo die aus differenzirter protoplasmatischer Substanz bestehende Urform zu einem höherwerthigen Organismus aufzusteigen beginnt, mit dem sie ihren ontogenetischen Höhepunct erreicht (Fig. 18—22).

Die erste Andeutung seines Entstehens coincidirt mit einer besondern Gruppirung der immer zahlreicher zu Gesichte kommenden Körnchen, welche zwar keine Stelle der protoplasmatischen Substanz vollständig entblösst lassen, aber doch in der Mittelzone derselben massenhafter angesammelt erscheinen und zu einem nicht scharf abgegrenzten rundlichen Ballen sich anhäufen, zu dessen Configuration mit Verschiebung seiner Schichten verbundene Contractionen des Protoplasma unzweifelhaft beitragen, wenn der Beweis dafür auch nur

— doch, wie ich meine, hinreichend stichhaltig — dadurch erbracht werden kann, dass jetzt häufigere, freilich nur langsam und stossweise erfolgende Axendrehungen statthaben. Bald darauf vollzieht sich im Centrum dieses Körnchenhaufens, zuerst auf einen minimalen Umfang beschränkt, eine Sonderung, ein multipolares Zurücktreten der einzelnen Körnchen, derartig, dass hier eine kleine, das Licht nicht matt-bläulich brechende, weisslich trübe, durchaus contourlose und deshalb an ihren äussersten Grenzen allmälig verschwimmende Stelle hervortritt, der optische Ausdruck für einen in Betreff seines Consistenzgrades nicht prüfbaren Flüssigkeitstropfen. Im weitern Verlaufe dieses höchst interessanten Vorganges bemerkt man nicht allein eine Umfangszunahme an diesem nun schon durch eine äusserst zarte Linie begrenzten Tropfen, sondern auch eine Lageveränderung, da er von den Stigmenpolen sich etwas entfernend nach dem frühern Verschmelzungspol, welchen ich von jetzt ab als Kernpol bezeichne, hinaufrückt. Gleichzeitig mit dieser beginnenden Wanderung des immer wahrscheinlich noch zähflüssigen, über den Werth eines Tropfens nicht hinausgehenden Kerns geht eine weitere Gruppirungsänderung der Körnchen und zwar in diametral entgegengesetzter Richtung von statten, indem sie aus der aboralen Kernzone nach und nach sich zurückziehen und nach der Mitte hin allmälig sich ansammeln, ohne indessen, so weit sie den entstehenden Kern noch umgeben, ihre frühere kranzartige Anordnung gänzlich vermissen zu lassen. Immer ausgeprägter erscheinen die Resultate dieser geradezu antipodalen Bewegungserscheinungen; je weiter der nun bereits schärfer contourirte runde Kern, genau die Längsaxe des jungen Troglodytenkörpers innehaltend, dem aboralen Pole zuwandert, desto weiter entrückt die Granulation dem nun bald ganz körnchenfreien Bezirke der Kernzone, um mit gleichzeitiger Accumulation der dunkleren und grösseren für den zoster bestimmten Körnchen ihren bleibenden Platz in der Mittelzone einzunehmen, während innerhalb des Rayon des Stigmenpols einzelne, noch von der frühesten Monostigmenperiode her datirende, regellos zerstreute Körnchen sich vorfinden. Aus diesen Gruppirungsverhältnissen ergeben sich schärfere Begrenzungen der einzelnen Zonen von selbst, die, darin unbeeinflusst von der im Gefolge des Wachsthums einhergehenden Dimensionszunahme, immer prägnanter hervortreten. Der wandernde Kern erreicht indessen nicht ganz den Rand seiner Zone, sondern bleibt, sobald er die letzte Station auf der ihm zugestandenen Route zurückgelegt, etwas entfernt von jenem in einer von nun an unveränderten

Lage; so zur Ruhe gekommen, consolidirt er sich und lässt in Folge nicht genauer zu ermittelnder Differenzirungsvorgänge ein zuerst punctförmiges, meist peripherisch gelegenes Kernkörperchen erkennen, mit dessen sehr schnell erfolgender Grössenzunahme seine Ontogenese abschliesst.

Werfen wir nun noch einen Blick auf die übrigen innerhalb der Kernbildungsperiode zu Tage tretenden Umbildungsvorgänge.

Die den weiter fortschreitenden Verschmelzungsprocess der Lappen kennzeichnende Linie verschwindet immer mehr und entzieht sich bald völlig der Wahrnehmung, nur bei hoher Einstellung gelingt es zuweilen sie als eine Reihe äusserst feiner Strichelchen aufzufinden. Mit dem endlichen Aufgehn der noch von der unvollständigen Monostigmenverschmelzung herrührenden Lappen ineinander, ist schliesslich noch eine Contourveränderung ihrer frei liegenden Endflächen verbunden; sich beiderseits mehr abrundend und, ohne jegliche Andeutung des früheren, sie trennenden zungenförmigen Ausschnitts unmittelbar ineinander übergehend, begrenzen sie die unterst gelegene an Umfang geringste, die orale Zone des jungen Troglodytes, der von der stumpfkegligen Diplostigmaform durch den letztberührten Verhältnissen entsprechende Uebergangsstufen in eine ovoide nach dem oralen Pol hin sich verschmächtigende Körperform übergeführt wird. In Betreff der Stigmen sind keine weiteren besonders in die Augen fallenden Veränderungen anzuführen, sie erscheinen nach wie vor fast nur miteinander alternirend und zeigen durch langandauernde Intervalle getrennte, seltene Füllungsmomente. — Zur Zeit etwa, wo der junge Kern schon etwas von dem Centrum aus nach der obern, aboralen Zone hinrückt, treten, anfangs in gleicher Höhe mit ihm, unmittelbar von den Randcontouren begrenzt, zwei nicht minder blassroth gefärbte, während der Collabirungsmomente zuweilen gezerrt erscheinende, grössere Vacuolen auf, welche später constant an der Grenze zwischen der homogenen und der granulirten mittlen Zone sich vorfinden, bedeutenderen Umfang als die Stigmen erreichen, fast immer gleichzeitig anschwellen und nur während der Evolutionen des Tr. innerhalb seiner Schale, ebenso wie während der Maximaldispersionen der zoster-Körnchen dem beobachtenden Auge entrückt werden. — Dass mit der Bildung des Kerns eine auch nach aussen gerichtete erhöhte Thätigkeit des jungen immermehr zu einer distincten Individualität heranreifenden einzelligen Organismus Platz greift — wenngleich eine versuchte Abwägung der hierauf bezüglichen Einzelleistungen und deren gemuthmassten Förderung durch eine zwar

logisch sich uns aufzwingende, doch nur theilweise in ihren Resultaten erkannte Arbeitstheilung zwischen Kern und Protoplasma kaum mehr als unfruchtbare Hypothesen liefern würde —, ich sage, dass eine aus der Gesammtwirkung dieser Factoren hervorgehende, erhöhte Lebensthätigkeit in der That Platz greift und zu einem messbaren, körperlichen Ausdruck gelangt, dafür setzt der Vorgang der Schalenbildung ein unwiderlegliches Argument. Als erste Andeutung derselben erscheint ein man könnte sagen hingehauchter, heller, den ovoiden Troglodytenkörper umgebender und dessen geschwungenen Contouren folgender Saum, der später dann sich zu einer äusserst zarten Linie verdichtet, um in den letzten Stadien zu einer doppeltumrandeten Hülle sich umzubilden. Nach welchem Modus indessen die Bildung der als elliptischer Spalt erscheinenden Schalenöffnung erfolgt, war mir zu eruiren unmöglich, hauptsächlich, weil die dazu wohl in ursächlichen Beziehungen stehende, mit ganzquadrantigen Drehungen verbundenen Contractionen des jungen Thieres genauere darauf hin gerichtete Beobachtungen vereitelten. Ist es erlaubt, aus gerade nicht fernliegenden Analogien nicht ganz zweifelwerthige Schlüsse zu ziehen, so würde durch eine ringförmige Einschnürung ein operculum entstehen und dieses mit vollendeter Abspaltung herausfallen. Die aus einer Secretionsthätigkeit der dabei wohl allein betheiligten äussersten Protoplasmaschichten hervorgegangene Schalenbildung der Rhizopoden erfolgt, so weit meine bisherigen Erfahrungen reichen, nach zwei verschiedenen Typen; entweder nämlich entsteht die Schale in den frühesten Zeiten der Keimkörnerbildung, als unmittelbar dem Protoplasma aufliegende, äusserste Verdichtungsschicht, wie z. B. bei Euglypha, Trinema, oder sie datirt erst, wie bei Troglodytes, von den spätesten Umbildungsstadien her und gestattet wegen ihrer geräumigen Höhle dem Innenkörper eine freiere Beweglichkeit. Vermittelnde Uebergänge sind mir bis jetzt nicht aufgestossen, so weit es sich eben um häutige und nicht kieselhaltige Hüllen handelt. — Die der homogenen protoplasmatischen Substanz allein angehörenden Pseudopodien treten zuerst während jener Umbildungsphase auf, wo der Kern beinahe das Ziel seiner Wanderung schon erreicht hat und in einem durchaus körnchenfreien, die homogene Zone bildenden Protoplasma eingebettet liegt; jene erscheinen anfangs in der Form eines kleinstieligen, mit einer knopfartigen Verdickung endigenden Vehikels, das sich bald zu fein verästelten, nach allen Richtungen hin ausstrahlenden, körnchenlosen Fäden, oder zu einem stiellosen, einzelne spitze Ausläufer treibenden,

mit einer kleinen Verdickung endenden cylindrischen Fortsatze umgestaltet — und so haben wir dann den fertig gebildeten jungen Troglodytes vor uns (Fig. 23).

Der vor uns liegende, in seinen Hauptphasen aufmerksam verfolgte, in seinen nicht ganz lückenlosen Details noch einiger Ergänzungen bedürftige Entwicklungscyclus von Troglodytes zoster schliesst sich keinem der bisher bei Rhizopoden aufgefundenen Fortpflanzungsmodus an und lässt sich auch, mit Ausnahme der Copulation, zu keinem der bisher dabei beobachteten Vorgänge in irgend eine Beziehung bringen. Dass hier eine durch irgend welche Theilungszustände des mütterlichen Organismus vermittelte ungeschlechtliche Zeugung von vornherein und bedingungslos ausgeschlossen sei, dazu bedarf es keiner weiteren Argumentation, und auch ein mit peinlichster Sorgfalt durchgeführter und die minutiösesten Einzelheiten berücksichtigender Vergleich desselben mit den bisher bekannten sogenannten Keimbildungen würde kaum irgend welche positive und verwerthbare Resultate liefern. Andererseits muss unter Festhaltung des unanfechtbaren Kriteriums der Vermischung zwiefacher, morphologisch verschiedener und innerhalb ebenso auseinander zu haltender bestimmter Organe gebildeter Zeugungsstoffe für eine geschlechtliche Zeugung, auch eine solche hier ausgeschlossen bleiben. Daran lässt sich Nichts ändern, da ist weder etwas hinzuzufügen noch hinweg zu nehmen — und es bleibt deshalb zur Gewinnung eines allgemeinen Gesichtspunctes, einer leitenden Idee, nichts Anderes übrig, als jenen Entwickelungscyclus, dem, meinen Erfahrungen gemäss, bei andern Rhizopoden vorkommende analoge Verhältnisse zur Seite stehen, für eine der vielleicht noch mehrfach vorhandenen Uebergangsstufen zwischen geschlechtlicher und ungeschlechtlicher Zeugung zu betrachten; es dürfte an dieser Stelle wohl die Frage aufzuwerfen sein, ob sich für eine solche, die Verbindungsbrücke zwischen jenen bildende Zeugung überhaupt ein einfacher Modus denken liesse? oder ob ihr nicht vielmehr geradezu nothwendigerweise complicirte Vorgänge substituirt werden müssten? Es müssen doch die Thätigkeiten der hier mangelnden geschlechtlich differenzirten Organe und deren Wachsthumsproducte in irgend einer Weise ersetzt werden, wie soll das, wie kann das auf andere Weise geschehen als mit Hülfe einer eigengearteten Differenzirung der zu diesem Zwecke vollständig in Anspruch genommenen gesammten Leibesmasse des mütterlichen Organismus, welche nicht allein das Bildungsmaterial für die Keim-

masse hergeben, sondern dieser auch einen Impuls zur Weiterentwickelung einflössen, sie einer selbstständigen Lebensthätigkeit fähig machen, sie befruchten soll — und allen diesen eine bedingungslose Nothwendigkeit einschliessenden Anforderungen kann auf einfachem Wege nicht Genüge geschehen, dazu bedarf es der Phasen und Umbildungsstufen viele. Ob die uns beschäftigende, zwischen ungeschlechtlicher und geschlechtlicher vermittelnde Zeugung sich im Laufe der Zeiten hervorgebildet habe aus, in Folge veränderter Lebensbedingungen modificirten Spaltungs-, Knospungs- oder Sprossungsprocessen — für letztere Annahme dürfte die übrigens kaum anklingende Analogie der Bildungsweise der durch Zygose zweier (oder mehrerer) Gregarinen entstandenen Pseudonavicellen in Betracht zu ziehen sein — oder ob ihr mit dem Vindiciren einer grösseren Selbstständigkeit der Character eines für sich bestehenden sonderartigen Bildungsprocesses zuzuerkennen sei, das definitiv zu unterscheiden wird vielleicht für immer ein vergebliches Bemühen bleiben. Hoffnungsberechtigter würden dagegen Untersuchungen sein, die es sich lediglich zum Vorwurf machten, verbindende Zwischenglieder zwischen dem vorliegenden und demjenigen als geschlechtlich angesprochenen Fortpflanzungsmodus aufzufinden, den einige Infusorien aufweisen und der nach Balbiani's Entdeckung — die freilich von einzelnen Forschern angezweifelt wird — durch die Vermischung der aus dem Nucleus und Nucleolus stammenden, geschlechtlich differenzirten Zeugungsstoffe eingeleitet wird.

Immerhin aber wird die Annahme, dass alle Rhizopoden einer geschlechtslosen Zeugung unterworfen seien, jetzt doch eine gewisse Beschränkung erfahren müssen, und um so mehr, als, was für in Betracht zu ziehende phylogenetische Verhältnisse einigermassen bedeutsam erscheint, bei einigen von mir entdeckten Erdamöben — muthmasslich auch bei einigen Süsswasserrhizopoden — unter gewissen Modificationen ganz analoge Verhältnisse sich finden, deren nähere Darlegung ich mir vorbehalte, und dürften damit jene in letzter Zeit in Betreff ihrer systematischen Stellung so ganz stiefmütterlich behandelten Protozoen wieder zu grösseren Ehren gelangen.

Breslau im Juli 1875.

Uebersichtliche Zusammenstellung von Durchschnittsmaassen.

Troglodytes.

Breite, obere, . . = 0,0138—0,0150 Mm.
» untere . . = 0,0120—0,0132 »
Länge . . . . = 0,01848—0,0201 »
Breite des Gürtels = 0,00747—0,0083 »
Kern . . . . = 0,00385—0,0042 »

Monostigma.

Breite = 0,0019—0,0023 Mm.
Länge = 0,0027—0,0038 »
Kurz vor ihrer Verschmelzung:
Breite = 0,0036—0,0041 Mm.
Länge = 0,0069—0,0080 »

Diplostigma.

Breite = 0,010—0,014 Mm.
Länge = 0,0123—0,0166 »
Kern = 0,0014—0,0020 »

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XX.

Fig. 1. Darstellung des Copulationsactes zweier Troglodyten
a, Verschmelzungsknoten der Pseudopodien.
n, der Kern mit Kernkörperchen.
s, die Schalenhaut.
v, die oberen, grösseren Vacuolen.
gz, die granulirte Zone mit den zoster-Körnchen.
Fig. 2. Contraction eines Tr. nach vollzogener Copulation.
z, die dispergirten zoster-Körnchen.
Fig. 3. Trübung der Leibesmasse.
st, die Stigmen.
p, die zottenartigen Pseudopodien.
Fig. 4. Die Gesammtleibesmasse in Chagrin umgewandelt.
ch, Chagrinkugel.
s, die noch intacte Schalenhaut.
Fig. 5*a*. Zerklüftungsprocess der grobkörniger gewordenen Keimmasse, *ch*.
b, ungleich grosse, unregelmässig geformte Ballen.

Fig. 5*b*. Weiter vorgeschrittene Zerklüftung. Gänzliche Lostrennung einzelner Ballen; Bezeichnung wie in der vorigen Figur.

Fig 5*c*. Detritus der Grundsubstanz.

k, die an Umfang zunehmenden eigentlichen Keimkörner.

Fig. 6. *k*, freigewordene Keimkörner, zu protoplasmatischen Klümpchen geworden.

Fig. 7. Monostigmaform.

m, ein Monostigma.

g, erste spärliche Granulation.

st, das Stigma.

Fig. 8—12. Verschmelzungsprocess der M.

g, Granulation.

c, die convexe Randfläche des einen M., daraus hervorgehend

f, der zipfelartige Fortsatz.

Fig. 13. Vollständige Verschmelzung zu Diplostigma, *dp*.

vs, Verschmelzungspol.

Fig. 14—17. Diplostigmaform.

l, die nicht verschmolzenen Lappen (Stigmenpol), den zungenförmigen Ausschnitt zwischen sich lassend.

st, Stigmen.

Fig. 18—22. Umbildung zu Troglodytes.

Fig. 19. *k*, erste Andeutung des Kernes.

Fig. 20. *n*, der gebildete (wandernde) Kern.

l, kaum noch wahrnehmbare Lappenreste.

Fig. 21. *s*, erste Andeutung der Schalenhaut.

v, Vacuolen.

gz, granulirte Zone mit einzelnen zoster-Körnchen.

st, Stigmen,

p, erstes stielförmiges Pseudopod mit kleinem Knopfe endigend.

Fig. 22. *n*, Kern mit Kernkörperchen.

v, Vacuolen.

p, fädenartige Pseudopodien.

Fig. 23. Fertig gebildeter junger Troglodytes.

h, homogene (Kern-) Zone.

s, Schalenhaut.

gz, granulirte Zone mit zoster.

p, Pseudopodien in Form cylindrischer mit spitzen Ausläufern versehener Hervortreibung.

Fig. 4.

Fig. 5.a

Fig. 5.b

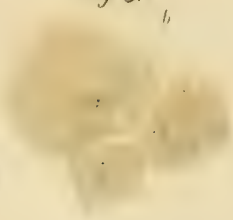


Fig. 3.

Fig. 5.c

Fig. 1.

Fig 6.

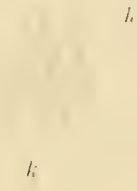


Fig. 2.

Fig. 7

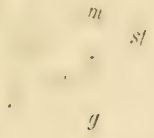


Fig. 13.

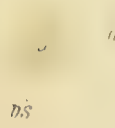


Fig. 12.

Fig. 11

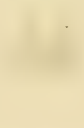


Fig. 10.

Fig. 9.

Fig. 8.

Fig. 14.

Fig. 15.

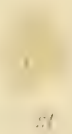


Fig. 16.

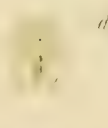


Fig. 17.

Fig. 18.

Fig. 19.

Fig. 23.

Fig. 22.

Fig. 21.

Fig. 20.

Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig.

Ueber Entwickelung und Fortpflanzung von Infusorien.

Von

Th. W. Engelmann

in Utrecht.

Mit Tafel XXI u. XXII.

Der gegenwärtige Zustand der Infusorienkunde liefert einen der schlagendsten Beweise für den hohen, vielseitigen Werth ontogenetischer Forschung auf biologischem Gebiete. Leider einen negativen Beweis! Unsere Unbekanntschaft mit der Entwickelung der meisten Infusorien, die Ungewissheit über den Zusammenhang und die Bedeutung vieler der bisher bekannt gewordenen ontogenetischen Thatsachen, haben in jeder Beziehung nachtheilig auf die wissenschaftliche Ausbildung der Infusorienkunde gewirkt. Sie sind die Ursache, dass die morphologische Bedeutung des Infusorienkörpers und damit die Stelle der Infusorien im natürlichen System, ihre Stammverwandtschaft mit anderen Thierreihen, noch immer nicht unbestritten feststehen; sie die Ursache, dass man über die gegenseitige Verwandtschaft, die Selbst- oder Unselbständigkeit vieler Infusorienformen sich nicht einigen kann. In physiologischer Beziehung ist aus demselben Grunde die Unsicherheit nicht weniger gross: als Theilung und Knospung wird hier beschrieben was dort für Conjugation erklärt wird, Befruchtung durch Spermatozoën nennt der Eine was nach dem Andern nichts ist als Eindringen pflanzlicher Parasiten, dieser sieht Embryonen wo jener von Schmarotzern spricht u. s. w. — Unter diesen Umständen sind genaue ontogenetische Untersuchungen

vor allem Anderen geboten. Die folgenden Seiten enthalten einige Beiträge in dieser Richtung[1].

I. Entwickelung von Opalina ranarum innerhalb des Darmcanals von Rana esculenta.

Die Arten der Gattung Opalina[2] weichen in mehr als einer Hinsicht so sehr von den übrigen Ciliaten ab, dass sie, wie bekannt, schon wiederholt[3] nicht für echte Infusorien sondern für jugendliche Entwickelungszustände höherer Thiere, besonders von Eingeweidewürmern, erklärt worden sind. Selbst jetzt noch hört man Zweifel über ihre Stellung[4]. Allerdings fehlen ihnen Mund, After und contractile Vacuolen, und von den zahlreichen kleinen Bläschen, die Leydig[5] bei Opalina ranarum entdeckt und für Kerne erklärt hat, bezweifelte der erste Kenner der Infusorien noch unlängst[6] ob sie als Homologa der soliden Nuclei der übrigen Infusorien aufgefasst werden dürften. Fügt man hierzu, dass über die Entwickelung und Fortpflanzung der Opalinen, obschon diese zu den

---

[1] Die hauptsächlichsten Resultate der vorliegenden Arbeit wurden mit Bezug auf die in diesem Jahre (8. September) abgehaltene zweite Säcularfeier der Entdeckung der Infusorien durch Antony van Leeuwenhoek zu Delft, am vergangenen 29. Juni in der Sitzung des Provinciaal Utrechtsch genootschap zu Utrecht vorgetragen. In holländischer Sprache ist dieser Aufsatz bereits publicirt in dem vor Kurzem herausgegebenen dritten Bande der dritten Reihe der Onderzoekingen gedaan in het physiologisch laboratorium der Utrechtsche Hoogeschool. Uitgegeven door F. C. Donders en Th. W. Engelmann. Utrecht, W. F. Dannenfelser.

[2] Ich verstehe hierunter die Gattung Opalina in der engeren, ihr durch Stein ertheilten Begrenzung. Sie umfasst die Arten Op. ranarum, dimidiata und obtrigona St. (Sitzungsberichte der k. böhm. Gesellsch. der Wissensch. vom 17. Dec. 1860).

[3] U. a. von Max Schultze, Beiträge zur Naturgeschichte der Turbellarien pag. 70, Claparède et Lachmann, Études sur les Infusoires etc. Tome I. pag. 373, Leydig, Lehrbuch der Histologie u. s. w. pag. 17.

[4] S. Stein, Organismus der Infusionsthiere. Zweite Abthl. 1867. pag. 11. — Später, auf pag. 160 spricht sich Stein wegen des Vorkommens von Uebergangsformen Anoplophrya) positiver für die Infusoriennatur von Opalina aus.

[5] F. Leydig, Lehrbuch der Histologie u. s. w. pag. 17.

[6] F. Stein, l. c. pag. 11. — Auf pag. 160 meint er freilich, diese Bläschen »dürften sich schliesslich doch noch als die Elemente eines zusammengesetzten Nucleus herausstellen«.

gemeinsten Organismen zählen, durchaus nichts bekannt ist, während doch bei ziemlich allen Infusorien wenigstens ungeschlechtliche Fortpflanzung (durch Theilung oder Knospenbildung) zu den gewöhnlichen Erscheinungen gehört, so hat man Grund genug die Opalinen eines besonderen Interesses zu würdigen.

Es schien mir, dass man, um einigen Aufschluss über die Entwicklung zu erhalten, auf Untersuchung des Darminhaltes von Froschlarven zurückgehen müsse. Dieser Gedanke lag sehr nahe. In entwickelten Fröschen findet man niemals wesentlich verschiedene Entwicklungsphasen: alle Individuen pflegen, bis auf unwichtige Unterschiede in Grösse und Form, einander gleich zu sein. Ausserhalb des Froschdarms, in Wasser, wird Opalina ranarum nicht beobachtet, scheint selbst nicht in Wasser leben zu können. Wenigstens gehen alle Opalinen, die man aus dem Darm in Fluss- oder anderes Wasser bringt, innerhalb eines Tages, bisweilen selbst weniger Stunden unter starker Quellung zu Grunde. Auch im Magen des Frosches kann das Thier wegen der daselbst herrschenden, meist stark sauren Reaction nicht leben. Es wird ja auch immer nur im untersten Theil des Darmcanals, besonders im weiten Enddarm gefunden. Die Einwanderung kann also im erwachsenen Thier nicht wohl vor sich gehen. Früher nun hatte ich schon bemerkt, dass in sehr jungen Fröschen, im Allgemeinen viel kleinere und etwas anders gestaltete Exemplare von Opalina ranarum als in älteren Thieren gefunden werden. Ich liess deshalb Froschlarven sich in grossen Gläsern aus den Eiern entwickeln und dabei gelang es denn, die Entwicklung von Opalina, so weit sie im Darmcanal des Frosches abläuft, kennen zu lernen.

Die frühesten Stadien fand ich in Froschlarven von etwa 7 Mm. Rumpf- und 17—19 Mm. Schwanzlänge. Hier enthielt der mit Pflanzenresten gefüllte Darmcanal ziemlich zahlreiche farblose kuglige Cysten von etwa 0,01—0,025 Mm. Durchmesser und weniger als 0,001 Mm. Wanddicke (Taf. XXI. Fig. 1 u. 2). In jeder Cyste lag, den Raum derselben nicht völlig ausfüllend, ein mit langen, leise wogenden Cilien besetztes, anscheinend ziemlich schmales und langes farbloses Thierchen aufgerollt. Sein undeutlich längsgestreifter Körper schien aus ziemlich körnerfreiem Protoplasma zu bestehen. Contractile Vacuolen fehlten. Nach Einwirkung von etwas Essigsäure kam ein dunkler kugliger Kern von etwa 0,003—0,004 Mm. zum Vorschein (Fig. 2).

Zwischen den Cysten bewegten sich, in sehr grosser Zahl, kleine Infusorien, die offenbar theils identisch mit den in den Cysten enthaltenen Thierchen, theils nichts anderes als spätere Entwicklungsstufen derselben, und zwar, wie sich alsbald herausstellte, junge Individuen von Opalina ranarum waren. Die kleinsten (Fig. 3 u. 4) hatten einen langgestreckt ovalen, etwas platten, hinten allmählich sich schwanzförmig zuspitzenden Körper. Ihre Länge betrug 0,04 — 0,05 Mm. wovon etwa die Hälfte auf den Schwanz kam. Ihre Oberfläche war fein und dicht längsgestreift und gleichmässig mit etwa 0,006 bis 0,008 Mm. langen Cilien besetzt. Der aus nahezu homogenem Protoplasma bestehende Körper umschloss einen kugligen Kern von 0,003 — 0,004 Mm. Dieser erschien in den lebenden Exemplaren, besonders nach Zusatz von etwas Kochsalzlösung von 0,5 — 1%, als ein heller, etwas matter Kreis. Nach Essigsäurezusatz umgrenzte er sich mit einer dunklen doppelten Contour und ward der Inhalt körnig trübe. Zugleich kam an der Oberfläche des allmählich erblassenden und quellenden Protoplasma eine ziemlich dicke Cuticula zum Vorschein. Contractile Vacuolen fehlten. Morphologisch entsprachen die Thiere also vollständig einer einzigen Zelle: sie waren nicht zusammengesetzter als die einfachsten Flimmerzellen.

Von diesen kleinsten Individuen, die sich sehr lebhaft, mit wurmförmigen Krümmungen, durch den Tropfen bewegten, wurden nun, theils in denselben, namentlich aber in etwas grösseren Froschlarven alle denkbaren Uebergangsstufen zu der bekannten typischen Form von Op. ranarum gefunden (Fig. 5—15). Die sehr breiten, platten Formen, welche den ausgewachsenen Zustand der Art charakterisiren, traten erst im jungen Frosch auf. Die kleinsten, soeben beschriebenen Formen wurden dann nicht mehr gefunden, wohl aber Zwischenstadien, von denen einige in Fig. 12 — 15 abgebildet sind.

Eine Vergleichung der verschiedenen neben und nach einander auftretenden Formen lehrt, dass der protoplasmatische Körper allmählich an Volumen zunimmt, breiter und relativ platter, endlich zu der bekannten dünnen unregelmässig ovalen Scheibe wird. Der Kern spaltet sich dabei durch wiederholte Theilung in eine schliesslich sehr grosse Zahl von Bläschen, — dieselben die von Leydig entdeckt, und wie sich nun zeigt, mit Recht für Kerne gehalten wurden. Ohne Mühe fand ich nicht nur Exemplare mit 1, 2, 3, 4 u. s. f. bis mehr als 30 Kernen, sondern auch — besonders

jüngere Individuen mit den verschiedensten Stufen der Kerntheilung. In Fig. 9 ist ein Fall letzter Art abgebildet. Im Allgemeinen waren sowohl Anzahl wie Gesammtvolumen der Kerne desto grösser, je grösser die Opalina. Je mehr Kerne da waren, um so kleiner waren aber die einzelnen durchschnittlich, um so schwieriger auch, selbst nach Essigsäurezusatz, wahrnehmbar, hauptsächlich wegen der zunehmenden Dünne der Kernmembran (vergl. Fig. 7—14).

Niemals zeigte die protoplasmatische Körpersubstanz eine Spur von Theilung, Furchung oder innerer Zerklüftung in zellenartige Abschnitte: sie bleibt zeitlebens eine einzige zusammenhängende Masse, wie von einer einzigen Zelle. Ebenso bleibt die Cuticula durchaus homogen, obschon sie beträchtlich an Dicke zunimmt.

Opalina ranarum kann somit weder ontogenetisch noch phylogenetisch in die Entwicklungsreihe der höheren, durch Furchung und Keimblattbildung charakterisirten Thierformen, der Metazoa von Haeckel, gehören, sondern ist ein echtes Protozoon, und, wie auch die Uebergangsformen Anoplophrya und Hoplitophrya beweisen, ein echtes Infusor.

Gegen die ersteren Schlussfolgerungen würde man höchstens Einwendungen erheben können auf Grund des Umstandes, dass wir noch nicht wissen, wie sich die kleinen in den Cysten enthaltenen Individuen ihrerseits aus den reifen Opalinen entwickelt haben. Inzwischen ist ihre Uebereinstimmung mit einfachen Zellen so evident, dass jener Umstand nicht wohl in Anbetracht kommen kann.

Ich habe mich bisher vergeblich bemüht zu ermitteln wie sie sich aus den erwachsenen Individuen entwickeln. Innerhalb des Darmcanals lebender Frösche sah ich niemals weitere Entwicklungsphasen von Opalina, ebensowenig im Darm natürlich gestorbener oder künstlich (durch Köpfung, Verblutung, Vergiftung mit Curare) getödteter Frösche, die unter sehr verschiedenen Bedingungen (in strömendem und stagnirendem Wasser, an der Luft, in feuchter Erde, bei Temperaturen zwischen 10° und 26° C.) aufbewahrt und bis so lange nach dem Tode untersucht wurden, als noch überhaupt lebende Infusorien im Darminhalt vorkamen.

II. Wahre Knospenbildung bei Vorticella.

Durch Stein's [1]) wichtige Entdeckung der knospenförmigen Conjugation ist das Vorkommen einer Fortpflanzung durch Knospen bei den Vorticellinen neuerdings wieder zweifelhaft geworden. Was man dafür hielt, ist nach Stein nichts anderes als Conjugation von kleinen, aus rasch wiederholter Theilung hervorgegangenen Individuen (Kleinsprösslinge, Mikrogonidien [2]) mit grösseren Exemplaren derselben Art. Dieser Conjugationsprocess soll, ebenso wie die Conjugation anderer Infusorien, den Anstoss zu einer Entwickelung von Embryonen aus dem Nucleus geben.

Obschon Stein selbst, wie es scheint, niemals ein Mikrogonidium vom Augenblick des Freiwerdens vom Stiele bis zu dem der Vereinigung mit einem andern Exemplar verfolgt hat, waren doch die Gründe, die er für die Existenz eines solchen Vorgangs anführte, von so viel Gewicht, dass man auch ohne die directe empirische Bestätigung, welche einige Jahre später von Greeff [3]) gegeben wurde, nicht mehr am Vorkommen einer »knospenförmigen« Conjugation zweifeln durfte. Es hält auch in der That nicht schwer Stein's Angaben direct zu bestätigen. Ich selbst konnte innerhalb der letzten sieben Jahre, obschon während dieser Zeit nur selten und mehr beiläufig mit Infusorienstudien beschäftigt, die Entwicklung der Kleinsprösslinge mit darauf folgender Conjugation bei Carchesium polypinum und Epistylis plicatilis, und ebenso die knospenförmige Conjugation bei Vorticella microstoma und convallaria schon mehrfach durch alle Stadien verfolgen. Hierbei fand ich, von den späteren Folgen der Conjugation abgesehen, Alles in Uebereinstimmung mit Stein's Vorstellungen.

Gelegentlich dieser Beobachtungen entdeckte ich inzwischen, dass bei Vorticella auch wahre Knospenbildung, im ältern Sinne, vorkommt. Genau beobachtete ich sie zuerst [4]) im vergangenen Mai

[1]) Organismus u. s. w. Zweite Abth. pag. 73.

[2]) Stein, l. c. pag. 137.

[3]) R. Greeff, Untersuchungen über den Bau und die Naturgeschichte der Vorticellen. Archiv für Naturgesch., herausg. von Troschel. 37. Jahrg. 1871. pag. 210.

[4]) Beim Durchsuchen meiner alten mikroskopischen Tagebücher finde ich schon unter dem 13. Mai 1859 Beschreibungen und Abbildungen die nur auf echte Knospenbildung bezogen werden können. Die Erscheinung trat damals bei Vorticella microstoma (aus einem Sumpf bei Leipzig) epidemisch auf. Damals beobachtete ich eine eigenthümliche Erscheinung, die vor und nach dieser Zeit

bei Vorticella microstoma (aus dem am physiologischen Laboratorium zu Utrecht vorbeifliessenden Canal). Sie trat epidemisch auf. Während der Höhe der mehr als eine Woche anhaltenden Epidemie war häufig fast der dritte Theil aller in einem Tropfen befindlichen Individuen mit echten Knospen besetzt. So war es mir leicht möglich, den Process mehrmals von Anfang bis zu Ende zu verfolgen. Die feuchte Kammer leistete hier, wie bei den meisten der weiterhin noch mitzutheilenden ontogenetischen Untersuchungen, die allerbesten Dienste.[1])

Der Verlauf der Knospenbildung ist auf Taf. XXI in Fig. 16 bis 20 im Wesentlichen wiedergegeben. Die Figuren stellen aufeinanderfolgende Zustände desselben Individuums dar: das erste Stadium (Fig. 16), am 8. Mai dieses Jahres um 3^h 30′ gezeichnet, hatte sich bis 3^h 40′ zu dem in Fig. 17 dargestellten entwickelt; 3^h 52′ war der in Fig. 18, 4^h 0′ der in Fig. 19, 4^h 8′ der in Fig. 20 abgebildete Zustand erreicht. Um 4^h 15′ verliess die Knospe das Mutterthier. — In mehreren anderen Fällen war der Verlauf, auch in Bezug auf seine Dauer, nahezu derselbe. In 30 bis 45 Minuten pflegte Alles abgelaufen zu sein.

Man sieht aus den Abbildungen, dass die Knospe nicht, wie man früher, verleitet durch die knospenförmigen Conjugationszustände, meinte, als ein kleiner, allmählich grösser werdender Auswuchs an

---

soviel mir bekannt, Niemandem zu Gesicht gekommen ist. Sie bestand darin, dass nicht nur die Knospe, sondern auch das Mutterthier einen hintern Wimperkranz entwickelten und nun nicht die erstere, sondern das letztere sich vom Stiel losriss, während die Knospe sich auf dem Ende des Stieles befestigte. Wie innig der Zusammenhang mit dem Stiel wurde, zeigte sich darin, dass die Knospe ihn zur Contraction bringen konnte. Die Grösse der Knospen betrug höchstens die Hälfte (linear) von der der Mutterthiere. — Auf das Verhalten des Nucleus habe ich damals nicht geachtet. — Die Epidemie hielt einige Wochen an. Gleichzeitig kam gewöhnliche Theilung vor, später häufig Encystirung.

[1]) Ich benutze jetzt ein vereinfachtes und verbessertes Modell der früher (Jenaische Zeitschr. Vierter Bd. 1868. pag. 331, Taf. VI. Fig. 1—3) von mir beschriebenen Gaskammer. Die Contactfläche zwischen Deckel und Kammer ist jetzt bedeutend grösser. Man braucht darum, wenn es nicht auf wirklich hermetischen Abschluss ankommt, die Ränder des Deckels nicht mehr mit Fett zu bestreichen, welches bei lange anhaltenden Versuchen leicht durch Entwicklung der giftig wirkenden flüchtigen Fettsäuren nachtheilig werden kann. Zwei grosse Wassertropfen auf dem Boden der Kammer halten diese, selbst bei offnem Zu- und Abfuhrrohr, zwei bis drei Tage lang mit Wasserdampf gesättigt. Mit Einrichtung zur Durchleitung von Gasen, zu electrischer Reizung und galvanischer Erwärmung wird das kleine Instrument vom Amanuensis des hiesigen physiologischen Laboratoriums, D. Kagenaar, zum Preis von 7 Fl. holl. geliefert.

der Stelle entsteht, wo Knospe und Mutterthier zuletzt noch zusammenhängen. Der Process beginnt vielmehr mit einer wie es scheint gleichmässigen Verdickung oder Ausbauchung eines Längsdrittels oder -viertels des Mutterthiers. Die verdickte Partie wird durch eine vorn beginnende, allmählich nach hinten und zugleich nach innen zu fortschreitende Einschnürung vom Mutterthier abgelöst; die Knospe liegt also anfangs seitlich dem letzteren an, bleibt schliesslich aber nur mit ihrem Hinterende mit demselben in Zusammenhang.

Bald nach dem ersten Auftreten der Einschnürung sieht man in der Spitze der Knospe sich einen kleinen spaltförmigen Raum entwickeln, in dem bald eine leise wogende Bewegung, wie von Cilien, zu erkennen ist: die Anlage von Wirbelorgan und Vestibulum. Kurz darauf entwickelt sich auch etwas tiefer die contractile Vacuole. — Anfangs unbeweglich, wird die Knospe bald zuckungsfähig. In dem Fig. 19 abgebildeten Stadium sieht man sie schon wie eine fertige Vorticella zusammenschnellen. Sie fängt dann auch bald an ihr Wirbelorgan etwas hervorzustrecken.

Das Mutterthier benimmt sich bei der Knospenbildung übrigens gerade wie bei der gewöhnlichen Längstheilung. Es bleibt anfangs contrahirt und still und fängt erst wieder an sein Wirbelorgan zu entfalten, wenn die Knospe bereits im Begriff ist sich loszureissen.

Von besonderer Wichtigkeit ist der Umstand, dass der Nucleus der Knospe durch Abschnürung vom Kern des Mutterthiers sich bildet. Da die meisten Exemplare sehr arm an Nahrungsballen und demzufolge sehr durchsichtig waren, konnte man den Nucleus und seine Veränderungen schon am lebenden Thier, wenn auch mit einiger Mühe, beobachten. Behandlung mit Essigsäure liess ihn dann viel deutlicher zu Tage treten. Man sieht nun, wie der Nucleus des Mutterthiers, der übrigens keine Abweichungen vom normalen Verhalten zeigt, sich mit einem seiner Enden bis mitten in die Knospenanlage hineinerstreckt und wie, noch während Knospe und Mutterthier breit mit einander zusammenhängen, dies Ende sich abschnürt. Es liegt darnach als ein ovaler oder kugliger Nucleus im Centrum der Knospe, während die Hauptmasse des Kerns in den Körper des Mutterthiers zurückweicht wo sie sich weiterhin in normaler Weise verhält (vergl. Fig. 18—20).

Hiermit ist also die ältere, von Claparède und Lachmann und zuletzt noch von Stein vertretene Meinung widerlegt, dass der Nucleus der Knospe bei den Vorticellen unabhängig vom Kern des Mutter-

thiers, durch Neubildung entstehe [1]). Die Knospenbildung von Vorticella microstoma — und dasselbe gilt sicherlich für alle Arten dieser Gattung [2]) — weicht somit im Wesen nicht von allen andern bekannten Formen ungeschlechtlicher Fortpflanzung der Infusorien ab. Denn, wie verschieden auch in der äusseren Erscheinung, stimmen diese alle darin überein, dass das Protoplasma der neuen Individuen durch Spaltung des elterlichen Protoplasma, der Nucleus der neuen Individuen durch Spaltung des elterlichen Nucleus entsteht [3]). Die ungeschlechtliche Vermehrung der Infuso-

[1]) Es hält nicht schwer zu erklären, wie man zu dieser Meinung gekommen ist. In den meisten Fällen hatte man es ohne Zweifel mit knospenförmiger Conjugation zu thun, und in den wenigen Fällen, worin vielleicht echte Knospenbildung vorlag, hat man die ersten, schnell vorübergehenden Stadien, auf die es hier allein ankommt, nicht genau genug untersucht. Dies gilt höchst wahrscheinlich auch für Spirochona, welche Form Stein (Organismus etc. Zweite Abth. pag. 74) gegenwärtig für die einzige Form hält, bei welcher echte Knospenbildung im älteren Sinne (mit Neubildung des Nucleus der Knospe) vorkommt. Abgesehen von der Möglichkeit, dass viele der beobachteten Knospen von Spirochona nur Mikrogonidien in Conjugation waren, beweisen die Angaben von Stein in diesem Puncte nichts, da sie gerade in Betreff der ersten Stadia sehr aphoristisch sind (Die Infusionsthiere auf ihre Entwickelung untersucht. 1854. pag. 209). Auch die beigefügten Abbildungen, selbst Fig. 2 *e* auf Taf. V (l. c.) zeigen nur ziemlich weit vorgerückte Entwickelungsphasen. Da nun bei Vorticella microstoma die Abschnürung des Nucleus in einem sehr frühen Stadium und sehr schnell stattfindet, darf man bei Spirochona wohl dasselbe erwarten.

[2]) Bei einem Exemplar von Vorticella convallaria habe ich unlängst den Process vollständig beobachtet. Er verlief in ganz derselben Weise wie bei V. microstoma. — Vielleicht sind auch einige der von Stein Organismus etc. Zweite Abth. pag. 113—114) beobachteten und als Syzygien aufgefassten Zustände von Vort. campanula Fälle von echter Knospenbildung gewesen.

[3]) Die verschiedenen Formen der ungeschlechtlichen Vermehrung können in folgende Gruppen geordnet werden:

A. **Theilung** (beide Individuen gleich gross). a) Lage der Theilungsebene unbestimmt (Sphaerophrys); b) Längstheilung (Vorticella, Ophrydium u. a.); c) Schrägtheilung (Lagenophrys); d) Quertheilung (die meisten anderen Infusorien).

B. **Knospung** (beide Individuen ungleich gross). a) Aeussere Knospenbildung (die Knospe erhebt sich von Anfang an über die äussere Oberfläche des Mutterthiers): Vorticella, Spirochona (?), Acineta mystacina, Podophrya gemmipara, fixa; — b) innere Knospung (der Körper der Knospe grenzt sich im Innern des mütterlichen Körpers ab): Acineta cucullus, Podophrya cyclopum, quadripartita, cothurnata, astaci.

Dass kein wesentlicher Unterschied zwischen diesen verschiedenen Fällen besteht, lehren die zahlreichen Uebergänge, die sogar bei derselben Art vorkommen. Sphaerophrya u. a. spaltet sich in zwei Individuen die gleich gross,

rien hat also allgemein nach demselben Principe statt wie die gewöhnliche Zellentheilung. Ich bin in Bezug hierauf ganz mit R. Hertwig einverstanden, dem das Verdienst zukommt, gestützt auf eigene Beobachtungen und Kritik fremder Angaben, zuerst auf die Uebereinstimmung der verschiedenen Formen ungeschlechtlicher Fortpflanzung bei den Infusorien, sowohl untereinander als mit der Zellentheilung, aufmerksam gemacht und die morphologische Bedeutung der letzteren Thatsache näher erläutert zu haben [1].

III. Weitere Schicksale der Knospen von Vorticella microstoma: knospenförmige Conjugation.

Zwischen den Vorticellen, die das Material zu den eben mitgetheilten Beobachtungen geliefert hatten, kamen zahlreiche Individuen vor, die offenbar in knospenförmiger Conjugation begriffen waren. Die Vermuthung lag nahe, dass die kleinen Individuen dieser Syzygien nichts anderes waren als echte Knospen, die sich auf einer andern Vorticella fixirt hatten. Um diese Vermuthung zu prüfen suchte ich Knospen vom Augenblicke an, worin sie ihr Mutterthier verliessen, anhaltend zu verfolgen. Zu dem Ende beobachtete ich bei einer ziemlich schwachen, ein grosses Gesichtsfeld gewährenden Vergrösserung (Hartnack, Objectiv 4, Ocular 3, eingeschobener Tubus) und machte den Tropfen klein und platt: so war mehr Aussicht vorhanden die umherschwärmenden Knospen nicht aus dem Auge zu verlieren. Die Aufgabe wurde durch den Umstand erleichtert, dass sich ausser V. microstoma stets nur höchst wenige Infusorien im Tropfen befanden. Auch von V. microstoma war in der Regel nur eine mässige Individuenzahl vorhanden (etwa 50—100 in jedem

wenig oder sehr verschieden gross sein können: Uebergang zwischen Aa und Ba. Uebergänge zwischen Ba und Bb kommen bei Podophrya gemmipara und den »Embryonen« von Stentor vor, worauf vor Kurzem R. Hertwig (l. i. c.) schon hingewiesen hat. — Die Knospe ist mitunter grösser als das Mutterthier (bei Podophrya astaci häufig).

[1] R. Hertwig, Ueber Podophrya gemmipara nebst Bemerkungen zum Bau und zur systematischen Stellung der Acineten. Dies Jahrbuch, erster Band, pag. 63 flg. — Man vergleiche übrigens auch Haeckel, Zur Morphologie der Infusorien. Jenaische Zeitschr. etc. Bd. VII. 1873.

Tropfen und die Thiere sassen einzeln oder in kleinen Gruppen bis zu höchstens 6 Individuen beisammen.

Dennoch misslangen die meisten Versuche, weil ich nicht immer der Knospe schnell genug folgen konnte. In vier Versuchen jedoch glückte es, die Knospe sich entwickeln und endlich losreissen zu sehen und ihr zu folgen bis sie sich mit einem andern Individuum conjugirt hatte. Anfangs schwärmten die Knospen, der Form nach gewöhnlichen schwärmenden Vorticellen gleich, mit ziemlich constanter Geschwindigkeit (etwa 0,6—1 Mm. in der Secunde), und immer um ihre Längsaxe rotirend, meist in ziemlich gerader Richtung durch den Tropfen. Dies dauerte fünf bis zehn Minuten oder noch länger, ohne dass etwas Besonderes geschehen wäre. Dann änderte sich plötzlich die Scene. Zufällig in die Nähe einer festsitzenden Vorticelle gerathen, änderte die Knospe, zuweilen wie mit einem Ruck, ihre Richtung und nahte nun, tanzend wie ein Schmetterling, der um eine Blume spielt, der Vorticelle, glitt wie tastend und dabei immer um die eigene Längsaxe rotirend, auf ihr hin und her[1]). Nachdem dies Spiel minutenlang gedauert hatte, auch wohl nacheinander bei verschiedenen festsitzenden Individuen wiederholt worden war, setzte sich die Knospe endlich fest, und zwar meist am aboralen Ende, nahe dem Stiel. Nach wenigen Minuten war die Verschmelzung schon merkbar im Gange und verlief nun weiter wie Stein und Greeff dies für die knospenförmige Conjugation beschrieben haben: nach einer oder mehreren Stunden war die Knospe ganz aufgenommen, die

[1]) Ein in physiologischer und speciell psychophysiologischer Beziehung noch merkwürdigeres Schauspiel beobachtete ich ein anderes Mal. Eine frei schwärmende Knospe kreuzte die Bahn einer mit grosser Geschwindigkeit durch den Tropfen jagenden grossen Vorticelle, die auf die gewöhnliche Weise ihren Stiel verlassen hatte. Im Augenblicke der Begegnung — Berührung fand inzwischen durchaus nicht statt — änderte die Knospe plötzlich ihre Richtung und folgte der Vorticelle mit sehr grosser Geschwindigkeit. Es entwickelte sich eine förmliche Jagd, die etwa 5 Secunden dauerte. Die Knospe blieb während dieser Zeit nur etwa $^1/_{15}$ Mm. hinter der Vorticelle, holte sie jedoch nicht ein, sondern verlor sie, als dieselbe eine plötzliche Seitenschwenkung machte. Hierauf setzte die Knospe mit der anfänglichen, geringeren Geschwindigkeit ihren eigenen Weg fort. — Diese Vorgänge sind wie die im Text geschilderten darum merkwürdig, weil sie eine feine und schnelle Perception, rasche und sichere Willensentscheidung und fein abstufbare motorische Innervation (s. v. v. verrathen. Sie zeigen bis zu welcher erstaunlichen Höhe und Vielseitigkeit die physiologische Differenzirung in animaler Richtung im Rahmen einer einfachen Zelle steigen kann! Man vergleiche über dies Verhältniss die anmuthenden Betrachtungen Haeckel's a. a. O.

Conjugation beendigt; der Nucleus der Knospe wie der des Trägers hatte sich dabei, ohne vorher mit einander in Berührung gewesen zu sein, in kleine kernähnliche Bläschen gespalten.

In einigen Fällen hatten sich zwei Knospen nacheinander auf demselben Träger fixirt und verschmolzen mit ihm.

Die vorstehenden Thatsachen lehren, dass die Knospen von Vorticella microstoma physiologisch und morphologisch den Mikrogonidien oder Kleinsprösslingen der stockbildenden Vorticellinen gleichwerthig sind. Der einzige Unterschied zwischen beiden besteht darin, dass letztere durch schnell wiederholte Theilung (Rosettenbildung), erstere durch Knospung entstehen, ein Unterschied, der nach dem oben über Theilung und Knospung Angeführten ganz unwesentlich ist. Vielleicht hängt derselbe mit dem Umstande causal zusammen, dass die einen Arten Stöcke bilden, die anderen nicht. Entwickelung von Mikrogonidien durch Theilung ist bei Vorticella bisher noch nicht beobachtet, ebensowenig echte Knospung bei den stockbildenden Geschlechtern.

Es erhebt sich nun die Frage nach den Folgen und damit nach der physiologischen Bedeutung der knospenförmigen Conjugation. Indem wir an ihre Beantwortung gehen, wird es von Nutzen sein, zunächst einen Blick auf die sogenannten Embryonen der Infusorien zu werfen, welche von vielen als die Frucht der Conjugation betrachtet werden.

IV. Ueber die sogenannten Embryonen der Infusorien. Embryonalhypothese und Parasitentheorie.

In verschiedenen Arten von Infusorien kommen, wie bekannt, meist epidemisch, mitunter sporadisch, eine oder mehrere Kugeln (Zellen) vor, die sich durch ein sehr helles homogenes Protoplasma, einen centralen sphärischen Kern und eine oder mehrere peripherisch gelegene contractile Vacuolen sofort von dem übrigen Körperinhalt unterscheiden. Sie produciren durch Theilung oder Knospung gleichartige Junge, die sich entweder auf dieselbe Weise und am selben Orte weiter vermehren, oder nach Entwickelung eines Wimperbesatzes, häufig auch von Saugfüsschen (»acinetenartige Embryonen«), sich direct durch die Körperwand des sie beherbergenden Infusors nach aussen begeben und wegschwimmen.

Diese Organismen, deren Form und Bau stets von dem der sie bergenden Thiere völlig verschieden ist, sind nach Stein Embryonen der letzteren; die Kugeln, von denen sie sich abschnüren, nennt er Embryonalkugeln. Ihre Entwickelung ist nach Stein stets die Folge eines Conjugationsactes: die Kerne der conjugirten Individuen liefern zunächst die sogenannten Keimkugeln (welche keine contractile Vacuole besitzen), entweder durch directen Zerfall (Paramaecium, Vorticella), oder nach Passirung eines eigenthümlichen Zwischenstadiums, der Placenta Stein's (Euplotes, Oxytrichinen, stockbildende Vorticellinen, Trichodina). Die Keimkugeln entwickeln sich direct zu den Embryonalkugeln. — Balbiani erklärt die Embryonalkugeln, diejenigen wenigstens, welche acinetenartige Junge produciren, für parasitische Acinetinen der Gattung Sphaerophrya Clap. et Lachm.

Man kann vorläufig die Frage nach der speciellen Form der Entwicklung der Embryonalkugeln unberücksichtigt lassen und ganz allgemein so fragen: sind die Embryonalkugeln Nachkommen oder Parasiten der Arten in denen sie gefunden werden? Die Vorstellung, welche das Erstere annimmt, wollen wir kurzweg »Embryonalhypothese«, die andere »Parasitenhypothese« nennen, ohne dabei zunächst gerade die Hypothesen von Stein und Balbiani im Auge zu haben.

Wir prüfen zuvörderst die Embryonalhypothese. — Sie würde aufhören Hypothese zu sein, sobald es gelänge, die Entwickelung einer Embryonalkugel aus der Körpersubstanz (Protoplasma, Nucleus, oder aus beiden) des sie beherbergenden Thieres direct, d. h. bei einem und demselben Individuum von Anfang an zu verfolgen. Dies ist nun trotz zahlreicher Bemühungen noch niemals gelungen, würde auch ohne Zweifel zu den schwierigsten Aufgaben gehören. Die aus der Entwickelung der Embryonalkugeln abgeleiteten Beweise für die Embryonalhypothese sind demnach sämmtlich indirecter Art.

Als solche hat man in erster Linie die anatomischen Aenderungen betrachtet, welche am Nucleus der Embryonalkugeln enthaltenden Thiere beobachtet worden sind. Man pflegt auf sie besonderes Gewicht zu legen, weil man in dem Nucleus der Infusorien, wie im Zellkern, das Hauptorgan für die Fortpflanzungserscheinungen zu erblicken gewohnt ist. In der That nun sprechen die in mehreren Fällen beobachteten Kernmetamorphosen sehr zu Gunsten der Embryonalhypothese. Die bemerkenswerthesten — eine scheinbar voll-

ständige Reihe von Uebergangsformen zwischen den gewöhnlichen Kernen und reifen Embryonen — habe ich selbst früher bei Stylonychia mytilus während einer »Embryonalepidemie« beobachtet und theilweise beschrieben und abgebildet[1]. Stein beruft sich wiederholt[2] auf diese Beobachtungsreihe, als auf einen der sichersten Beweise für die embryonale Natur der Kugeln und speciell für den Ursprung derselben aus dem Nucleus. Auch ich habe diese Ueberzeugung lange Zeit getheilt und muss gestehen, dass ich nur mit Mühe davon zurückgekommen bin: immer stiess ich auf die Schwierigkeit, eine andere, befriedigende Erklärung der beschriebenen Kernmetamorphosen von Stylonychia zu finden. Diese Schwierigkeit ist erst in Folge neuerer Beobachtungen, die ich weiter unten mittheilen werde, für mich gefallen.

Inzwischen war das Gewicht der bei Stylonychia mytilus und andern Arten gefundenen Thatsachen bereits dadurch sehr verringert worden, dass es sich mehr und mehr zeigte, dass in weitaus den meisten Fällen die Nuclei der »Embryonalkugeln« oder »Embryonen« enthaltenden Thiere völlig normal sind. Man darf dies gegenwärtig mit Sicherheit nicht allein für Stylonychia mytilus sondern für fast alle Arten behaupten, bei denen »Embryonalkugeln« beobachtet sind. Ich habe in der Anmerkung[3] die mir bekannten Fälle zusammen-

---

[1] Zur Naturgeschichte der Infusionsthiere. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XI. 1862. pag. 362—363. Taf. XXIX. Fig. 8—12.

[2] Organismus etc. Zweite Abth. pag. 86, 121, 122.

[3] Anmerkung.

A. Kerne bei Anwesenheit von »Embryonalkugeln« völlig normal gefunden.

Thierart.	Beobachter.	Bemerkungen.
Stylonychia mytilus	Stein	Organismus etc. Erste Abth. pag. 156. Taf. VII. Fig. 7—12. Taf. VIII. Fig. 1. 5. 7—10.
-	Balbiani	Recherches sur les phénom. sex. etc. Pl. VIII. Fig. 18.
-	Engelmann	Allgemein während einer kleinen Epidemie von 1859. — Vereinzelt 1861.
Pleurotricha lanceolata	Stein	l. c. Erste Abth. pag. 170. Taf. X. Fig. 3.
Uroleptus agilis	Engelmann	Einige Fälle, Herbst 1861.
Urostyla grandis	Stein	l. c. Erste Abth. pag. 199. Taf. XIII. Fig. 5. Taf. XIV. Fig. 1—6. Der Kern wurde, wie bei normalen Thieren, überhaupt nicht gesehen.

gestellt, in welchen bei Anwesenheit von »Embryonalkugeln« die Kerne normal und die, in welchen sie mehr oder weniger verändert

Thierart.	Beobachter.	Bemerkungen.
Stentor Roeselii	Stein	l. c. Zweite Abth. pag. 253 — 255. Taf. VIII. Fig. 3, 4.
-	Claparède et Lachmann.	Études etc. II. pag. 186.
Bursaria truncatella	Stein	l. c. Erste Abth. pag. 100. — Zweite Abth. pag. 306, Taf. XII. Fig. 2, 4. Die Thiere enthielten nur »reife Embryonen«.
Paramaecium bursaria	Stein	Die Infusionsthiere etc. pag. 244. Taf. IV. Fig. 9. — Organismus etc. Erste Abth. pag. 99.
Paramaecium aurelia	Balbiani	Recherches etc. Pl. IX. Fig. 23—24.
-	Stein	l. c. Erste Abth. pag. 99.
Vorticella microstoma	Stein	l. c. Zweite Abth. pag. 117.
-	Engelmann	Einige Exemplare im Mai 1860. Viele im April 1874 und 1875.
Vorticella nebulifera	Stein	l. c. Zweite Abth. pag. 100 u. 129.
Vorticella campanula	Stein	ibid. pag. 114 u. 115.
Vort. convallaria	Engelmann	Juni u. September 1860.
Zoothamnium arbuscula	Stein	l. c. Zweite Abth. pag. 133.
Carchesium polypinum	Engelmann	Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XI. pag. 372. Viele Exemplare im Mai und October 1860.
Carchesium aselli	Engelmann	Einige Fälle im April 1860.
Epistylis plicatilis	Engelmann	Ein Exemplar, Juni 1860.
Epistylis Daphniarum	Stein	l. c. Zweite Abth. pag. 136.
Trichodina pediculus	Stein	ibid. pag. 100.

B. Kerne nicht normal.

Thierart.	Beobachter.	Bemerkungen.
Stylonychia mytilus	Stein	Drei Exemplare. l. c. Erste Abth. pag. 360. Taf. VIII. Fig. 3, 4, 6, 11.
-	Engelmann	l. c. pag. 362—363. Taf. XXIX. Fig. 8—12.
Paramaecium aurelia	Stein	l. c. Zweite Abth. pag. 91.
Vorticella microstoma	Stein	ibid. pag. 117.
Vorticella convallaria	Engelmann	l. c. pag. 375.
Carchesium aselli	Engelmann	l. c. pag. 373—374.
Zoothamnium arbuscula	Stein	l. c. pag. 133. Wenige Exemplare.

gefunden wurden. Das Resultat dieser Zusammenstellung ist unzweifelhaft. Von besonderer Wichtigkeit ist dabei, dass nicht nur die relative sondern die absolute Zahl der Individuen, bei denen keine Kernveränderungen gefunden wurden, sehr gross ist, und nicht minder der Umstand, dass die Beobachtungen in den meisten Fällen die verschiedensten Stadia der »Embryonalentwicklung« betreffen.

In letzterer Hinsicht muss noch näher die Thatsache betont werden, dass in den sehr zahlreichen Fällen, worin nur eine »Embryonalkugel« vorhanden war, also in solchen Zuständen, die mit etwas grösserer Wahrscheinlichkeit für sehr frühe als für sehr späte zu halten sind, die Kerne ausnahmslos normal gefunden wurden Mir ist wenigstens ein entgegengesetzter Fall nicht bekannt.

Man achte weiter auf die Art der Kernveränderungen! Sofort fällt hier eine grosse Unregelmässigkeit und Verschiedenheit auf: die beschriebenen Abweichungen sind selbst bei ein und derselben Art und während einer und derselben Epidemie zum Theil sehr different und zwar von der Art, dass sie nicht zu einer Entwicklungsreihe gruppirt werden können. Bald zeigt der Nucleus unregelmässige Einschnürungen, bald örtliche Verdickungen oder Anschwellungen; in einem Falle völlig homogen, nur nach Form und Lage abweichend von der Norm, ist im andern in letzterer Hinsicht alles wie gewöhnlich, aber in der Nucleussubstanz liegen kleinere oder grössere Kügelchen oder Bläschen[1] u. s. f. Man vergleiche hiermit die grosse Regelmässigkeit und Constanz der Veränderungen, die der Kern bei Theilung, innerer und äusserer Knospenbildung und Conjugation zeigt, und man wird den Gedanken, dass die »Embryonalkugeln« physiologische Entwicklungsproducte des Nucleus seien, höchst unwahrscheinlich finden[2].

A priori schon ist jetzt, wo die einzellige Natur der Infusorien

---

Thierart.	Beobachter.	Bemerkungen.
Epistylis plicatilis	Claparède et Lachmann.	l. c. pag. 172.
Epistylis crassicollis	Engelmann	Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. X. pag. 278. Vier Exemplare.

[1] Diese letzte Abweichung kommt unter sehr zahlreichen Umständen, auch ohne dass »Embryonalkugeln« dabei im Spiele sind, vor. Sie kann kaum für eine Abnormität gelten.

[2] Dass die »Keimkugeln«, insofern sie ausschliesslich oder doch wesentlich vom Nucleus abstammen, mit den »Embryonalkugeln« nichts zu schaffen haben, wird weiter unten speciell bewiesen werden.

und damit die Homologie von Nucleus und Zellkern nicht mehr zweifelhaft sein kann[1]), eine Entwickelung von Jungen ausschliesslich aus dem Nucleus im höchsten Grade unwahrscheinlich. Hertwig[2]) hat dies mit Recht schon betont und auf die grosse principielle Bedeutung gewiesen, die das Vorkommen einer solchen Fortpflanzungsweise bei den Infusorien für die gesammte Zellenlehre haben würde. Weder aus der Histiologie der Thiere noch aus der der Pflanzen ist ein einziger sicher constatirter Fall bekannt, worin eine vollständige Zelle sich ausschliesslich aus dem Nucleus oder aus Theilstücken desselben entwickelt hätte. Viel mehr Wahrscheinlichkeit würde eine Entwicklung ausschliesslich aus dem Protoplasma haben. Indessen: zeigt der Nucleus wenigstens in manchen Fällen Aenderungen, am Protoplasma der Infusorien sind noch niemals Erscheinungen gesehen worden, welche auf eine, auch nur partielle Entwickelung von »Embryonalkugeln« aus dem Protoplasma weisen könnten.

Die bisher beigebrachten, aus der Entwickelung abgeleiteten Beweise sind mehrentheils negativer Art. In positivem Sinne spricht die vergleichende Anatomie der »Embryonen« gegen die Embryonalhypothese. Ich habe hier natürlich nicht die Thatsache im Auge, dass der Bau derselben von dem der sogenannten Mutterthiere gänzlich verschieden ist, sondern nur die Art dieses Unterschiedes und zwar speciell den Umstand, dass die »Embryonen« (von denen der Vorticellinen abgesehen) echte Saugfüsschen wie die Acineten besitzen, während diese den Eltern fehlen. Man darf hiergegen nicht anführen, dass umgekehrt ja die Schwärmsprösslinge der Acinetinen Wimperhaare besitzen, also morphologisch zu den echten Ciliaten gehören würden. Dieser Vergleich passt darum nicht, weil Cilien sehr allgemein, und nicht nur bei Thieren sondern auch bei Pflanzenzellen vorkommen, also durchaus nicht charakteristisch für einen bestimmten Typus oder Stamm von Organismen sind, Saugfüsse aber wie die der »acinetenartigen Embryonen« ausschliesslich bei der kleinen Klasse der Acinetinen gefunden werden[3]). Offenbar ist das Auftreten von Organen ganz specifischen, auf wenige Formen be-

---

[1]) Wir werden auch in den folgenden Capiteln neue Beweise für diese Homologie beibringen, dabei zugleich einige Einschränkungen kennen lernen.

[2]) l. c. pag. 66 flg.

[3]) Claparède et Lachmann, Études etc. Vol. I. pag. 39. — R. Hertwig, l. c. pag. 56—58.

schränkten Vorkommens, während der individuellen Entwickelung eines zu einem andern Typus gehörenden Organismus, viel unwahrscheinlicher, als das Erscheinen von Elementen, welche wie die Cilien, für keinen einzigen Typus charakteristisch sind. Gegen dieses allgemeine Gesetz, welches namentlich bei phylogenetischen und systematischen Betrachtungen vom höchsten Werthe ist, verstösst nun die Embryonalhypothese[1]).

Alle diese Schwierigkeiten würden nun aufgewogen werden, wenn es gelänge die Weiterentwickelung eines Embryo zur Form des »Mutterthiers« zu beobachten. Viel würde schon gewonnen sein, wenn man nur eine Entwickelung in der Richtung nach dieser Form nachweisen könnte. Hier indessen vereinigt sich gerade Alles um die Embryonalhypothese zu Falle zu bringen.

Die »acinetenartigen Embryonen« gehen — dies ist häufig genug auch von Stein[2]) beobachtet worden — nach dem Ausschwärmen unter Verlust ihrer Wimpern in echt nackte Acinetinen der Form Sphaerophrya Clap. Lachm. über, die nun in derselben Weise, wie erst die »Embryonalkugeln«, durch Theilung oder Knospung junge mit Flimmerhaaren und Saugfüsschen versehene Sprösslinge produciren. Diese verhalten sich dann ebenso wie die erste Generation.

Um diese Thatsachen mit der Embryonalhypothese zu reimen, müsste man die Zuflucht nehmen zu der durchaus willkürlichen Annahme, dass die »Embryonen« erst nach einer längeren Reihe von Generationen oder unter ganz specifischen äusseren Bedingungen wieder zur Ciliatenform des »Mutterthiers« zurückkehren. Gegen diese Annahme jedoch, wie überhaupt gegen eine Fortpflanzung der ciliaten Infusorien durch vom Mutterthier im Bau fundamental abweichende Keime, spricht, dass noch Niemand bisher irgend eine Infusorienform angetroffen

---

[1]) Aus demselben Grunde darf der merkwürdige Actinobolus (Stein l. c. Zweite Abth. pag. 169, Anmerk.) nicht, wie Stein thut, den Ciliaten zugezählt werden. Besitzt dies Thier in der That ausser Saugfüssen noch Mund und Anus, was zu bezweifeln kein Grund vorliegt, dann muss ihm ein selbständiger Platz zwischen Acinetinen und Ciliaten eingeräumt werden. Man sehe auch R. Hertwig l. c. pag. 78, mit dessen Betrachtungen über die Phylogenese der Ciliaten und Acinetinen ich nur insofern nicht übereinstimme, als ich die Entwickelung beider aus einer ursprünglichen, nur mit Flimmerhaaren besetzten Form für viel wahrscheinlicher halte, als die Abstammung von einer Grundform die ausser Cilien auch Saugfüsse besass.

[2]) Organismus etc. Erste Abth. pag. 52, 103—104, 161, 203—204. Zweite Abth. pag. 138.

hat, die mit einiger Wahrscheinlichkeit als Uebergangsstadium aus dem »embryonalen« (hier acinetenartigen) Zustand in den des entwickelten Ciliats aufgefasst werden dürfte. Mit Rücksicht auf die Thatsache, dass seit mehr als 25 Jahren eine Zahl vorzüglicher Beobachter die Infusorienwelt in allen möglichen Richtungen, an allen möglichen Orten, unter allen möglichen Bedingungen, durchforscht hat und theilweise noch unablässig durchforscht, ist es höchst unwahrscheinlich, dass man derartige Uebergangsformen nicht gefunden haben sollte, wenn sie wirklich beständen Was man von sogenannten jungen Entwicklungszuständen findet[1], unterscheidet sich beinahe ausschliesslich durch geringere Grösse von den »erwachsenen« Exemplaren derselben Art, und kann genügend durch die Annahme rasch wiederholter Theilung, resp. Knospung, ungünstiger Ernährungsbedingungen und anderer dergleichen Momente erklärt werden.

Mehr noch! Wie man weiss existiren Beobachtungen, welche die parasitische Natur der acinetenartigen »Embryonen« direct zu beweisen und damit die Embryonalhypothese definitiv zu widerlegen scheinen. Balbiani[2] meldet schon, dass er Exemplare von Sphaerophrya in Stylonychia mytilus, Urostyla und Paramaecium von aussen her eindringen und zu »Embryonalkugeln« werden sah, welche letzteren dann in der bekannten Weise Junge producirten. Elias Mecznikow[3]) hat später einen acinetenartigen »Embryo« von Paramaecium aurelia, dessen Entwicklung aus einer »Embryonalkugel« er verfolgt hatte, sich in ein anderes Exemplar von Paramaecium einfressen sehen. Stein, der die letztere Beobachtung nicht gekannt

[1]) S. u. a. Stein l. c. Zweite Abth. pag. 257. Taf. VIII. Fig. 10 A, B. — Die Angaben von Everts über die Entwicklung von Vorticella nebulifera aus Kernfragmenten encystirter Exemplare derselben Art weichen so sehr ab von Allem was über die Entwickelung von Infusorien und Zellen überhaupt feststeht, beruhen auch auf so schwierigen Beobachtungen, dass sie, so lange sie nicht wiederholt bestätigt sind, bei theoretischen Betrachtungen nicht berücksichtigt werden dürfen. Ich bezweifle ihre Richtigkeit und möchte beiläufig die Vermuthung aussprechen, dass die Kernfragmente »Embryonalkugeln« waren (s. unten) und später ein Trichodina-artiger Schwärmer mit einer schwärmenden Knospe von V. nebulifera verwechselt wurde (s. auch Stein l. c. Zweite Abth. pag. 48). Ed. Everts, Untersuchungen an Vorticella nebulifera. Zeitschr. f. wiss. Zool. XXIII. Bd. 1873. pag. 604—608. Taf. XXX. Fig. 21—39.

[2]) Compt. rend. etc. 1860. Tome LI. pag. 319—322.

[3]) Ueber die Gattung Sphaerophrya. Arch. f. Anat. Physiol. etc. 1864. pag. 258—261.

zu haben scheint und Balbiani's Angaben, freilich nicht ganz ohne Grund, misstraut, meint, dass wenn man auch für die acinetenartigen Embryonen die Parasitenhypothese gelten lassen wollte (was er aus vielen anderen Gründen für unstatthaft hält), doch für die Vorticellinen die Embryonaltheorie unzweifelhaft angenommen werden müsse. Denn, sagt er[1], die Embryonen dieser haben keine Saugfüsse wie die acinetenartigen Embryonen der anderen Klassen, »von einem Einbohren solcher Organismen durch die feste Cuticula der Vorticellinen kann mithin gar nicht die Rede sein«.

Nun ist aber zunächst durchaus nicht bewiesen, ja nicht einmal wahrscheinlich, dass es gerade die Saugfüsse sind, mittelst welcher die acinetenartigen Embryonen sich einbohren. Ein Durchbohren der Cuticula findet ja auch bei der knospenförmigen Conjugation, ja höchst wahrscheinlich bei jeder Art von Conjugation statt. Man erinnere sich ausserdem, um nur Einiges zu nennen, der Conjugation von Noctiluca miliaris[2], bei der eine Cuticula resorbirt wird, die sehr viel dicker und fester ist als die der Vorticellinen, ferner der Pflanzenzellen die sich in feste Gewebe, ja in Gesteine einbohren.

Folgt hieraus, dass man kein Recht hat an der Möglichkeit eines solchen Einbohrens auch bei den »Embryonen« der Vorticellinen zu zweifeln, so bin ich jetzt im Stande das wirkliche Vorkommen dieses Processes zu beweisen.

Als ich im April dieses Jahres einer ziemlich ausgedehnten »Embryonalepidemie« bei Vorticella microstoma begegnete, suchte ich von dieser Gelegenheit Gebrauch zu machen um die weitere Entwickelung der »Embryonen« nach dem Ausschwärmen aus der Vorticelle kennen zu lernen. Man weiss bis jetzt durchaus nichts von den ferneren Schicksalen der »Embryonen« irgend einer Vorticelline[3]. Meist schwimmen sie unmittelbar nach der »Geburt« mit so grosser Geschwindigkeit fort, dass man sie sehr bald aus dem Auge verliert. Inzwischen erreichte ich dennoch meinen Zweck auf dem oben beschriebenen Wege, auf dem es gelungen war, die Bestimmung der Knospen von V. microstoma festzustellen. Freilich nur in einem einzigen Falle, aber in diesem Falle so vollständig, dass ich

---

[1] l. c. Zweite Abth. pag. 55.

[2] Cienkowsky, Ueber Noctiluca miliaris Sur. Archiv für mikr. Anat. Bd. IX. 1873. pag. 56. Taf. V. Fig. 47.

[3] Stein, l. c. Zweite Abth. pag. 101, 115, 138.

bis in alle Einzelheiten für die Richtigkeit der Beobachtung einstehe.

Am vergangenen 5. April früh 10 Uhr hatte ich im Gesichtsfeld eine ziemlich grosse (ca. 0,05 Mm. lange), auf einem langen Stiel sitzende Vorticelle fixirt, die etwa in der Mitte des Körpers, etwas nach vorn und auf der Rückseite, dicht unter der Cuticula, eine 0,02 Mm. grosse »Embryonalkugel« enthielt. In dieser war ausser einem schwer kenntlichen runden centralen Nucleus eine kleine, peripherisch gelegene Vacuole zu sehen, die sich regelmässig aller 15 Secunden zusammenzog. — Halb innerhalb halb ausserhalb der Embryonalkugel, an ihrer Vorderseite, lag eine ähnliche kleinere Kugel von 0,008 Mm., ein »Embryo«, mit einer in regelmässigen Intervallen von nur 12 Sec. sich contrahirenden Vacuole. An der Oberfläche des »Embryo« zeigte sich eine leise wogende Bewegung wie von Flimmerhaaren. Ueber der grossen Embryonalkugel, ein wenig nach hinten vom »Embryo« befand sich in der Wand der Vorticelle ein schwach gebogener querer Spalt von etwa 0,007 Mm. Länge und (in der Mitte) etwa 0,001 Mm. Breite. Bei jeder Contraction der Vacuole der grossen Kugel erweiterte sich dieser Spalt mit einem kleinen Ruck, als ob der Inhalt der contractilen Vacuole in ihn hineingetrieben würde, also dieselbe Erscheinung, die man am Vestibulum der Vorticellen, besonders schön an eben encystirten Individuen, bei der Contraction der neben dem Schlund liegenden Vacuole beobachtet.

Um 10^h 30′ fing der »Embryo« an sich zu drehen und der Spalte näher zu rücken. Jetzt wurde das schwächere Objectiv angeschraubt. Um 10^h 34′ trat er und zwar innerhalb etwa 10 Secunden durch den Spalt heraus, blieb einige Augenblicke vor der Oeffnung des Spalts sitzen und schwamm dann mit ziemlich grosser, jedoch die der Knospen von V. microstoma nicht erreichender Schnelligkeit weg. Seine Gestalt war die eines mässig gestreckten Ellipsoids. Er taumelte nun in ziemlich steilen Spiralen, dabei um eine etwas schief von vorn nach hinten verlaufende Axe seines Körpers rotirend, mit ziemlich constanter Geschwindigkeit durch den Tropfen. Zuweilen, besonders beim Begegnen irgend eines aussergewöhnlichen Widerstandes änderte er plötzlich seine Richtung. Dies Herumschwärmen dauerte vier Minuten, während welcher Zeit der Embryo keinen Augenblick aus dem Auge verloren wurde. Da gerieth er zufällig in den Wirbelstrom, den eine grosse, auf einer Lemna-Wurzel sitzende V. microstoma im Wasser producirte. Von demselben erfasst, wurde

er gegen den Peristomdeckel der Vorticelle angetrieben, auf welchem er unmittelbar wie festgeklebt sitzen blieb, und zwar etwa in der Mitte des Deckels, etwas näher der Rückseite des Thieres. Nach wenigen Minuten schienen die Flimmerhaare verschwunden zu sein und der Embryo in die Scheibe des Wirbelorgans eindringen zu wollen. Er sass bereits so fest, dass er bei Zuckungen der Vorticelle sich nicht von dieser löste, sondern wie ein Tampon die vollständige Schliessung des Peristoms verhinderte. Nun ward die stärkere Vergrösserung, Hartnack Obj. 8, wieder angeschraubt. Auf der Oberfläche des Embryo waren keine Cilien mehr zu sehen, wohl aber kleine Unebenheiten, vielleicht Reste der Flimmerhaare, vielleicht auch sehr kleine Saugfüsschen — Gewissheit konnte ich nicht erlangen. Die Form des Embryo war länglicher geworden, ein Drittel von ihm lag bereits im Peristomdeckel. Um 10^h 55′ war er völlig eingedrungen und lag nun, als ein sehr zart aber scharf begrenztes homogenes Kügelchen mit contractiler Vacuole, unter der Cuticula, die sich über ihm wieder geschlossen zu haben schien, im Wirbelorgan. Die Vorticelle, die anfangs mit offenem Peristom in normaler Weise thätig gewesen war, zog sich nach 10^h 55′ allmählich zusammen: dabei trat die Querringelung der Cuticula viel deutlicher hervor. Um 10^h 57′ begann ein hinterer Wimperkranz hervorzuspriessen: da es somit schien als wollte das Thier seinen Stiel verlassen, wurde die schwache Vergrösserung wieder angeschraubt. Um 11^h 16′, also 16 Minuten nachdem der »Embryo« sich auf der Scheibe des Wirbelorgans fixirt hatte, riss sich die Vorticelle vom Stiel los und schwamm in der gewöhnlichen Weise, mit sehr grosser Geschwindigkeit davon. Ich verfolgte sie etwa zehn Minuten lang unablässig; als sie aber einmal plötzlich eine Schwenkung ausführte, verlor ich sie und konnte sie nicht mit Sicherheit zurückfinden, denn es schwärmten noch mehrere gleichgrosse Exemplare derselben Art im Tropfen umher.

Die wichtige Thatsache steht somit fest, dass auch die sogenannten Embryonen von Vorticella microstoma sich activ in den Körper dieses Thieres einbohren können[1]). Und hiermit könnte man nun die Parasitennatur auch der »Embryonen« von Vorticella für bewiesen halten. Inzwischen wollen wir doch

[1]) Von einem passiven Eindringen kann natürlich mit Rücksicht auf Ort und Art des Eindringens nicht die Rede sein.

noch untersuchen, ob nicht noch andere Auffassungen des beschriebenen Vorganges erlaubt sind!

So viel ich sehe, würde allein noch an Conjugation (im weitesten Sinne) gedacht werden können. Dieser Gedanke ist aber schon darum unerlaubt, weil bereits — und für V. microstoma wurde dies oben noch speciell bewiesen — eine echte Conjugation bei Infusorien nachgewiesen ist und zwar von principiell verschiedener Art: stets sind dabei, wie verschieden auch übrigens der Process sein möge, die sich vereinigenden Individuen in Bezug auf Bau, Abstammung und Entwicklung einander im Wesentlichen gleich. Wollte man im vorliegenden Falle eine zweite Art von Conjugation erblicken, dann würde dieser, wegen des principiell verschiedenen Ursprungs des einen der sich vereinigenden Individuen, auch eine gänzlich verschiedene Bedeutung zuerkannt werden müssen. Diese würde, nach Gründen der Analogie, nur in der Einleitung irgend eines besonderen Entwickelungs- oder Fortpflanzungsprocesses gesucht werden können. Vergeblich aber wird man nach einem derartigen Processe suchen: die bekannten Erscheinungen, Wachsthum, Theilung, innere und äussere Knospenbildung, Encystirung, die gewöhnliche Conjugation, haben nichts mit der Entwickelung der »Embryonen« zu thun. Es würde nur, wenn man nicht irgend eine Annahme ad hoc geradezu erfinden will, die »Embryonalentwickelung« selbst übrig bleiben. Diese aber als Resultat der Conjugation mit einem »Embryo« zu erklären, der dann in gewisser Beziehung als männliche Geschlechtszelle fungiren würde, hiesse eine physiologische Ungereimtheit behaupten und wäre zudem unlogisch, insofern man sich dabei einen Cirkelschluss zu Schulden kommen liesse.

Eine fernere, wie mir scheint unüberwindliche Schwierigkeit liegt für die Embryonalhypothese in der Thatsache, dass »Embryonalentwicklung« und gewöhnliche Theilung bez. Knospung gleichzeitig bei einem und demselben Individuum vorkommen können. Claparède und Lachmann[1]) haben dies zweimal bei Stentor, Stein[2]) zweimal bei Vorticella microstoma gesehen. Stein meint zwar, dass man in diesen Fällen die »Embryonalentwicklung« als so gut wie abgelaufen betrachten müsse. Die Thatsachen, so wie sie beschrieben werden, erlauben aber, soviel ich sehe, ebenso gut die entgegengesetzte Annahme. »Höchst wun-

[1]) Études etc. II. pag. 189. Pl. IX. Fig. 4.
[2]) Organismus etc. Zweite Abth. pag. 118.

derbar«, sagt Stein [1]) weiterhin selbst, »würde es sein, wenn ein im Beginn der Fortpflanzungsperiode stehendes Thier sich theilte, denn Theilung und geschlechtliche Fortpflanzung schliessen sich in der ganzen Thierwelt absolut aus«. Ich habe nun unlängst zwei Fälle beobachtet, von denen nicht der geringste Zweifel besteht, dass sie — vom Standpunkt der Stein'schen Embryonalhypothese aus — zur letzteren Kategorie gehören würden.

In einem grossen Exemplar von Vorticella microstoma (Taf. XXI. Fig. 21), das sich in der gewöhnlichen Weise theilte, zeigten sich, als gegen Ende der Theilung Essigsäure zugesetzt wurde, an Stelle des gewöhnlichen Nucleus in jeder Theilhälfte zwei etwa 0,006 Mm. grosse, von einem schmalen hellen Hof umgebene »Keimkugeln« und ungefähr acht kleine Kernfragmente. Ein anderes Exemplar, an dem sich gerade eine echte Knospe gebildet hatte, zeigte gleichfalls an Stelle des ovalen Nucleus zwei grössere und zwei bis drei kleine Kügelchen [2]). In dem Tropfen, der beide Exemplare enthielt, kam knospenförmige Conjugation häufig vor. Hieraus, in Verband mit der charakteristischen Beschaffenheit des Nucleus (s. das folgende Capitel) folgt unzweifelhaft, dass man in beiden Fällen mit Individuen zu thun hatte, die kurz zuvor aus der knospenförmigen Conjugation hervorgegangen waren. Die eigenthümliche Spaltung der Nuclei muss nach der Embryonalhypothese als Zeichen der beginnenden Embryonalentwicklung aufgefasst werden: Stein lässt die grösseren Kugeln, seine Keimkugeln, sich später direct zu Embryonalkugeln (mit Kern und contractiler Vacuole) entwickeln. Wäre dies nun richtig, so würden unsere beiden Fälle

---

[1]) ibid. pag. 257.

[2]) Diese Beobachtungen sind zugleich sehr lehrreich in Bezug auf die Bedeutung des Nucleus für die Theilung und Knospung. Sie stimmen schlecht zu der Annahme, dass der Kern bei diesen Vorgängen die Hauptrolle spiele, speciell dieselben anrege. Für diese Annahme kann man, soviel ich sehe, kaum einen andern Grund anführen, als den, dass man in vielen Fällen (z. B. bei Knorpelzellen) am Kern die ersten Anzeichen der bevorstehenden Theilung sieht. Hierbei vergisst man aber die Fälle (s. u. a. Hofmeister, die Lehre von der Pflanzenzelle. pag. 83 u. 84.), in denen der Kern erst später in merkbarer Weise Theil nimmt. Hier würde dann, nach derselben Art zu schliessen, der Kern die Theilung nicht anregen, sondern dazu von andern Theilen der Zelle aus angeregt werden. Es leuchtet ein, dass weder die eine noch die andere Schlussfolgerung erlaubt ist. Den sichtbaren Aenderungen müssen als Ursachen unsichtbare vorausgegangen sein. Ueber der letzteren Art und Ausgangspunkt aber eine Meinung zu äussern ist vorläufig nicht gerathen.

das Wunder eines Thiers und zwar, was hier besonders schwer wiegt, eines Elementarorganismus, zeigen, der sich absolut gleichzeitig auf zwei principiell verschiedene Weisen fortpflanzt.

Leicht liessen sich noch andere, z. Th. gewichtige Einwürfe gegen die Embryonalhypothese erheben[1]; ich meine aber, dass nach den bereits angeführten Gegenbeweisen niemand mehr die Neigung spüren wird, sie zu vertheidigen. Ehe wir sie jedoch verlassen, müssen wir noch einen Augenblick zu der am Anfang dieses Capitels erwähnten älteren Beobachtungsreihe zurückkehren, welche in scheinbar überzeugender Weise die Entwickelung der acinetenartigen Embryonen von Stylonychia mytilus aus den Nucleis dieses Thieres dargethan hatte. Wie nun, nach Verwerfung der Embryonalhypothese, diese Thatsachen in befriedigender Weise zu erklären?

Ich glaube eine solche Erklärung jetzt finden zu dürfen in der Annahme, dass die beschriebenen Veränderungen der Nuclei krankhafter Art und zwar Folge- oder Theilerscheinungen einer, höchst wahrscheinlich durch die parasitischen Sphärophryen hervorgerufenen, Ernährungsstörung waren. Bereits sind verschiedene Formen pathologischer Veränderungen von Infusorienkernen bekannt, die offenbar durch Parasiten hervorgerufen werden. Die Nuclei von Paramaecium aurelia, Chilodon cucullulus, Stentor Roeselii, Pleuronema chrysalis u. a. sind mitunter hypertrophisch und dabei abnorm gestaltet, stellenweis eingeschnürt oder verdickt, selbst in ungleiche Stücke getheilt. Man findet sie dann durchsetzt mit äusserst kleinen stabförmigen, unbeweglichen und sehr resistenten Elementen, die offenbar bacterienartige Parasiten, aber nicht wie früher alle Forscher, mit Ausnahme von Balbiani, vermutheten, Spermatozoën sind[2]. Vor Kurzem nun begegnete mir eine verwandte Kernkrankheit bei Stylonychia mytilus. Sie trat epidemisch auf in einem von verfaulenden Wasserlinsen übelriechenden Wasser, das einige

---

1) Ich nenne die Thatsache, dass Entwickelung von »Embryonen« nur bei wenigen Arten beobachtet ist und gerade bei den nächsten Verwandten mancher dieser Arten vermisst wird (z. B. bei Stylonychia pustulata und histrio); ferner die Thatsache, dass Exemplare von St. mytilus die viele „Embryonalkugeln« enthalten, leicht ohne nachweisbare äussere Veranlassung durch Zerfliessen im Wasser umkommen (wonach alle »Embryonalkugeln« die echte Sphärophryaform annehmen) und sich auch in anderer Beziehung (z. B. Bewegung) häufig wie Kranke benehmen u. s. f.

2) S. auch die kritische Beleuchtung dieser Frage durch Stein, Organismus u. s. w. Zweite Abth. pag. 96—99.

Wochen zuvor aus einem Graben geschöpft war. Die meisten Stylonychien besassen, bei übrigens ganz normalem Bau, an Stelle der beiden Nuclei, zwei, drei bis fünf ziemlich stark lichtbrechende, scheinbar homogene oder ziemlich feinkörnige, kernähnliche Körper. Einige derselben, besonders die kleineren, waren mitunter kuglig, die meisten länglich, oval, nierenförmig, mit halbkugligen seitlichen oder terminalen Verdickungen, die im Begriff schienen sich abzuschnüren In einigen sah man eine kleine Vacuole, die jedoch keine deutlichen Contractionen zeigte. Kernähnliche Einschlüsse fehlten. Neben ihnen, im Endoplasma, lagen zwei, drei oder vier, in einem Falle (Copulation?) acht Körper, die vor den sonst vorhandenen Nucleolis in der Regel nur durch etwas grösseren Umfang sich unterschieden. Sie fehlten einige Male ganz. In einem Falle wurde nur ein ovaler Kern und ein kleinerer kernartiger Körper gefunden. — Das Volumen der nucleusartigen Körper übertraf in der Regel das der gewöhnlichen Nuclei ansehnlich, bis um das Dreifache und mehr. Im selben Individuum hatten sie meist ungleiche Grösse und auch verschiedene Form.

Anfangs meinte ich hier Entwickelung von Embryonalkugeln vor Augen zu haben, um so mehr, als ich nach einigem Suchen ein Exemplar mit einer und ein anderes mit zwei grossen und acht kleinen »Embryonalkugeln« fand[1]. Als ich aber eine Anzahl Exemplare (im Ganzen 11), nach vorheriger Isolation, nach einander zwei bis fünf Tage lang verfolgte, sah ich wohl die betreffenden Körper grösser werden, auch sehr allmählich Gestalt und Ort wechseln, in drei Fällen auch sich theilen; aber niemals kam es zur Entwickelung von »Embryonalkugeln«, »Embryonen« oder beiden ähnlichen Formen. Auch von einer »Geburtsöffnung« war nichts zu finden.

Die grössten und ältesten der kernartigen Körper waren, wie sich nach dem Herausdrücken derselben aus dem Leibe der Stylonychien zeigte, gleichmässig und sehr dicht durchsetzt mit höchstens 0,003 Mm. langen, etwa dreimal schmäleren, cylindrischen oder bisquitförmigen Körperchen, die in Wasser und verdünnten Säuren sich nicht lösten. Offenbar waren es Bacterien. Ganz dieselben Elemente kamen auch frei in dem Wasser worin die Stylonychien lebten in grosser Menge vor. Sie häuften sich allmählich auf dem Boden

[1]) In diesen beiden Fällen waren die normalen Kerne vorhanden. — Nach dem Ausdrücken der Embryonalkugeln kamen an diesen kleine Saugfüsse zum Vorschein.

des Tropfens an; active Bewegungen wurden nicht sicher beobachtet. — Manche Stylonychien gingen spontan durch Zerfliessen zu Grunde, wobei dann die kernartigen Körper als membranlose, zartbegrenzte Gebilde frei wurden. Die Substanz derselben, in welche die Bacterien eingebettet waren, schien mässig fest und elastisch zu sein und wurde in Wasser allmählich durchsichtiger und voluminöser; endlich schien sie sich zu lösen. Auch innerhalb der Stylonychien wurde einige Male eine allmähliche Auflösung beobachtet; vielleicht war hier auch der verdauende Einfluss des Endoplasma im Spiele.

Ich verkenne nicht, dass zwischen den eben beschriebenen und den früher von mir bei St. mytilus beobachteten Thatsachen noch mancherlei bemerkenswerthe Unterschiede bestehen. Inzwischen lehren die genannten Beobachtungen doch, dass unter dem Einfluss parasitischer Organismen die Nuclei von Stylonychia mytilus Aenderungen erleiden können, die in vielen Zügen das Bild einer in vollem Gang begriffenen »Embryonalentwicklung« vorspiegeln[1]).

Nachdem wir somit die Unhaltbarkeit der Embryonalhypothese nachgewiesen haben, bleibt uns über die Parasitentheorie nur noch Weniges zu sagen. Die wichtigsten Argumente, die gegen die letztere vorgebracht worden sind, haben wir bereits entkräftet. An den übrigen würden wir mit Stillschweigen vorübergehen, wenn sie nicht durch die Autorität Stein's ins Feld geführt worden wären. Es sind die folgenden[2]).

Zunächst die constante Lage der »Geburtsöffnung« von Stylonychia mytilus, auf der Bauchfläche dicht hinter dem Peristom in der linken Körperhälfte. Diese Thatsache findet eine sehr einfache Erklärung in der folgenden Betrachtung. Sphaerophrya ist ein sehr kleines leichtes Wesen, das in der Regel nur passiv und zwar sehr leicht in Bewegung gebracht wird. Sobald eine Stylonychie in ihre Nähe kommt, wird der Strudel, den die äussert kräftige adorale Spi-

[1]) Es ist übrigens nicht unmöglich, dass auch in der älteren Beobachtungsreihe ausser Sphaerophrya noch andere z. B. bacterienartige Parasiten im Spiele waren. Ich habe damals auf diese Möglichkeit nicht näher geachtet, verfügte auch in jener Zeit nur über mässige optische Hülfsmittel, und hatte zudem noch sehr wenig Erfahrung in mikroskopischen Dingen. Sicher ist die Anwesenheit von Sphaerophrya an und für sich nicht hinreichend um die damals gefundenen Kernmetamorphosen zu erklären, denn in weitaus den meisten Fällen bleiben die Nuclei, wie oben schon erwähnt, bei Gegenwart von »Embryonalkugeln« normal.

[2]) Stein, Organismus u. s w. Zweite Abth. p. 51 flg.

rale dieses Thieres producirt, die Sphaerophrya erfassen und nach dem Mund zu treiben. Wenn sie durch diesen nicht eindringt, wird sie sich im Peristomwinkel mit ihren Tentakeln festhalten und unter dem beständigen Druck des nach hinten gerichteten Wasserstroms ein wenig nach hinten rücken können, wo sie sich dann in den Körper einbohrt. Hier bleibt sie liegen. Die Eintrittsöffnung wird sich wieder schliessen können. Geschieht dies, so wird doch die Körperwand der Stylonychia an dieser Stelle voraussichtlich leichter verletzlich bleiben und somit von den aus dem Innern andrängenden »Embryonen« leichter als an andern Stellen wieder durchbohrt werden. Uebrigens muss bemerkt werden, dass in einigen Fällen von Balbiani und mir mehr als nur eine »Geburtsöffnung« und darunter eine oder mehrere auf der Rückenfläche von Stylonychia gefunden wurden.

Die Unbeständigkeit in der Lage der »Geburtsöffnungen« bei Paramaecium und Urostyla grandis erklärt sich, theilweise sicher, für die erste Art aus dem gänzlichen Fehlen, für die zweite aus der im Verhältniss zur Körpergrösse wie zur übrigen Bewimperung ziemlich geringen Entwickelung der adoralen Spirale. Einigen Einfluss darf man übrigens bei beiden und besonders bei Urostyla erwarten. In der That scheint bei Urostyla wenn nur eine »Embryonalkugel« vorhanden ist, die Geburtsöffnung in der Regel an derselben Stelle wie bei Stylonychia zu liegen [1]. — Weiter ist sehr wohl denkbar, dass wenigstens bei grossen Formen wie Urostyla, Stentor, auch wohl Paramaecium aurelia, die eingewanderten Sphärophryen infolge der Bewegungen des Endoplasma, in welchem sie liegen, von der Einwanderungsstelle aus nach andern Körpergegenden fortgeführt werden, wo sich dann ihre Jungen nach aussen durcharbeiten.

Ein weiteres und jedenfalls beachtenswerthes Argument gegen die Parasitenhypothese findet Stein in der Thatsache, dass die »Embryonalkugeln« nicht wie andere Infusorien verdaut werden. In der That bleiben ja in den verdauenden Säften der Thiere, auch der Infusorien, immer nur vereinzelte Formen leben: die meisten werden verdaut oder gehen doch zu Grunde. Die Parasitenhypothese ist also insofern offenbar im Nachtheil gegenüber der Embryonalhypothese, als sie in diesem Falle das a priori weniger Wahrscheinliche annehmen muss. Inzwischen, die zahllosen Entozoen lehren doch, dass das von vornherein weniger Wahrscheinliche noch so

[1] Stein l. c. Erste Abth. pag. 199.

häufig vorkommt, dass man dem genannten Argument durchaus keinen entscheidenden Werth beilegen kann.

Ebensowenig endlich liefern die folgenden Betrachtungen Stein's entscheidendes Material gegen die Parasitentheorie. Stein [1]) sagt: »Nach der Einwanderungshypothese bleibt es eine höchst auffallende Erscheinung, dass die vorausgesetzten verschiedenen Arten [2]) der Gattung Sphaerophrya nur ganz bestimmte Infusorienarten als ihre Wirthe benutzen, alle übrigen in deren Gesellschaft oft noch so zahlreich vorkommenden Infusorien und selbst die Arten, welche den auserwählten überaus nahe verwandt sind, verschmähen«. Zwar fährt er fort: »Man wird mir einwenden, dass es ja in der Thierwelt sehr viele Parasiten gebe, die nur auf ganz bestimmte Wirthe angewiesen seien und dass zu dieser Kategorie von Parasiten auch die Sphärophryen gehören könnten.« Aber, meint er, »einer solchen Annahme steht die Lebensweise aller unzweifelhaften Acinetinen entgegen, diese treffen niemals eine Auswahl unter den ihnen sich darbietenden Infusorien, sondern die heterogensten Formen, die in den Bereich ihrer Tentakeln gerathen, werden von ihnen festgehalten und ausgesaugt«. Diese Behauptung nun, für welche Stein auch specielle Beweise nicht anführt, muss ich bestreiten. Ich habe aus allen meinen Beobachtungen entschieden den Eindruck zurückbehalten, dass die echten Acinetinen zwischen den in ihren Bereich kommenden Formen eine Auswahl treffen. Nicht so, als ob jede Acinetenart nur von Einer andern Form lebt, aber doch so, dass eine Mehrzahl von Formen verschmäht wird. Offenbar beschränken sich ja auch die Arten der Gattung Sphaerophrya nicht immer auf eine Form. Ich kann wenigstens keinen Grund finden, die Sphaerophrya der Stylonychien für specifisch verschieden von der Urostyla grandis oder auch nur der Paramaecien, zu halten, und vielleicht müssen auch die in den verschiedenen Vorticellinen schmarotzenden Endosphaeren (s. d. Anmerk.) im System zu einer einzigen Art gezogen werden.

Oben hatten wir die Alternative gestellt: sind die sogenannten

---

[1]) l. c. Zweite Abth. p. 53.

[2]) Die Parasitentheorie muss natürlich so viele verschiedene Arten von Sphaerophrya unterscheiden als charakteristische Formen von acinetenartigen »Embryonen« vorhanden sind. Hierzu kommen nun noch die nicht acinetenartigen »Embryonen« (der Vorticellinen) für die ich den Gattungsnamen Endosphaera vorschlage.

Embryonen der Ciliaten Nachkommen oder Parasiten der Thiere in welchen sie wohnen? Jetzt bleibt noch eine dritte Möglichkeit zu erwägen, die nämlich, dass sie sowohl das Eine wie das Andere wären. In der That ist es denkbar, dass sie sich zunächst als Embryonen der Arten in welchen sie wohnen entwickeln, nach dem Verlassen des Mutterthiers aber in ein anderes Individuum derselben Art eindringen, um in diesem, das dann das Amt einer echten Amme erfüllen würde, weiter zu wachsen und auf ungeschlechtlichem Wege Junge zu produciren. Diese würden dann ihrerseits in neue Individuen einwandern, und nachdem sich dieser Process öfter wiederholt hätte, würde die letzte Generation zur Form des Mutterthiers zurückkehren.

Eine derartige Annahme kann sich zwar, soviel ich in Erfahrung gebracht habe, nicht auf bekannte Analogieen im Thierreich stützen; gewiss ist aber, dass sie mit den Thatsachen im Allgemeinen besser harmonirt als die reine Embryonalhypothese und dass sie wenigstens einige Erscheinungen besser als die Parasitentheorie erklärt (u. a. einige der oben beschriebenen Kernmetamorphosen und das Nichtverdautwerden der »Embryonalkugeln«). Indessen bleiben viele und darunter einige der wichtigsten Einwürfe gegen die Embryonalhypothese auch für sie noch bestehen: so die Thatsache, dass noch niemals die Entwicklung einer Embryonalkugel aus dem Körper ihres Wirthes direct beobachtet worden ist; ferner die eigenthümlichen Unterschiede im Bau zwischen »Mutterthier« und »Embryo« (Tentakeln); das gänzliche Fehlen von Uebergangsstufen zwischen beiden; die positiven Beobachtungen über die weiteren Schicksale der »Embryonen«. Da nun die Parasitentheorie alle diese Thatsachen in der einfachsten und natürlichsten Weise erklärt und auch übrigens sich mit den Thatsachen in sehr genügender Uebereinstimmung befindet, ist sie die einzige, welche gegenwärtig angenommen werden darf. Und zwar muss man ihr einen Grad von Wahrscheinlichkeit zuerkennen, der der Gewissheit sehr nahe kommt. — Die Embryonalhypothese, insofern sie auch den facultativen Parasitismus leugnet, ist bedingungslos zu verwerfen, da sie durch positive Beobachtungen direct widerlegt ist. Sollte sie, was im höchsten Grade zweifelhaft ist, einmal wieder auftauchen, so würde dies nur in der eben angedeuteten Combination mit der Parasitentheorie sein können.

V. Ueber den Conjugationsprocess und seine Folgen.

Es versteht sich von selbst, dass man mit Annahme der Parasitentheorie jeden causalen Zusammenhang zwischen den Conjugationserscheinungen der Infusorien und der Entwickelung der genannten Parasiten läugnet. Wie man weiss betrachtet Stein den letzteren Process allgemein als Folge der Conjugation. Die Kerne der conjugirten Individuen liefern nach ihm, entweder durch directen Zerfall (Vorticella, Paramaecium), oder nach Passirung eines eigenthümlichen Zwischenstadiums, der Placenta, (Euplotes, Oxytrichinen, stockbildende Vorticellinen, Trichodina) kleine kuglige Elemente. Von diesen sollen sich wenigstens einige zu den sogenannten Keimkugeln entwickeln, die dann entweder innerhalb des Mutterthiers sich zu den bekannten Embryonalkugeln umbilden, oder (z. B. bei Stylonychia pustulata und histrio) nach aussen entleert werden und sich in der Aussenwelt — auf noch unbekannte Weise — weiter metamorphosiren. — Balbiani nennt die Keimkugeln, die er übrigens gleichfalls infolge der Conjugation (durch Abschnürung) aus dem Nucleus entstehen lässt, »Eier«, läugnet aber, wie wir schon sahen, dass sie sich jemals im Mutterthier zu Embryonalkugeln und Embryonen ausbilden, sondern betrachtet alle Infusorien als eierlegende Thiere.

Ueber die Lehre vom Entstehen der Embryonalkugeln aus den Keimkugeln brauchen wir nach dem Vorausgeschickten hier nicht weiter zu handeln. Wesentlich interessiren uns nur Abstammung und Bedeutung der sogenannten Keimkugeln oder Eier. Und zwar culminirt das Interesse in den Fragen: sind diese Elemente Producte des Nucleus? und: haben sie die Bedeutung von Fortpflanzungskörpern (Sporen, Eizellen)? — Die in der Literatur vorliegenden Angaben sind, wie allgemein anerkannt wird, durchaus ungenügend diese Fragen entscheidend zu beantworten. Denn einmal sind sie überhaupt sehr lückenhaft und zweitens widersprechen sie sich in Puncten vom höchsten Gewicht [1]). Es kommt somit auf neue Beobachtungen an und zwar auf lückenfreie, womöglich an einzelnen Individuen gewonnene Beobachtungsreihen.

Mir liegen nun theils aus älterer, theils aus neuerer Zeit Erfahrungen vor, die, wenn sie auch Manches noch zweifelhaft oder völlig

[1]) Man vergleiche die Angaben von Stein mit denen Balbiani's über die Abstammung der Keimkugeln resp. Eier von Stylonychia.

im Dunkeln lassen, doch über die Herkunft und Bedeutung der sogenannten Keimkugeln bei einer Reihe von Arten vollkommene Gewissheit geben und zugleich neues Licht auf den Conjugationsvorgang und die geschlechtlichen Erscheinungen der Infusorien überhaupt werfen. Sie erstrecken sich wesentlich auf Paramaecium aurelia und seine Verwandten, auf Stylonychia pustulata und histrio, auf Vorticella microstoma und Epistylis plicatilis. Freilich eine nur geringe Zahl von Arten, aber doch Repräsentanten der drei grossen Abtheilungen der holotrichen, hypotrichen und peritrichen Infusorien und zugleich Arten, deren Conjugationserscheinungen auch von anderer Seite z. Th. ausführlich beschrieben und verhältnissmässig leicht zu controliren sind. Jede Art muss für sich abgehandelt werden. Thatsachen und theoretische Betrachtungen wollen wir streng von einander halten um die Uebersicht über die ersteren und das Urtheil über die letzteren zu erleichtern.

A. Paramaecium aurelia und seine Verwandten.

Alle bisherigen Untersucher stimmen in Bezug auf Paramaecium aurelia insofern mit einander überein als sie lehren, dass der Nucleus sich infolge der Conjugation in zahlreiche kleine Fragmente spaltet, unter welchen meistens einzelne durch ansehnlichere Grösse, vollkommener sphärische Form und stärkeres Lichtbrechungsvermögen sich auszeichnen (Eier, Keimkugeln). Weiter lehren alle, dass der Nucleolus beträchtlich wächst und sich in zwei oder mehr mit faserigen Elementen (»Spermatozoen« Stein, Balbiani) gefüllte Fragmente theilt, die später nicht mehr gefunden werden.

Die Abweichungen in den Angaben der einzelnen Beobachter betreffen hauptsächlich folgende Puncte.

Nach Balbiani[1]) wird der Nucleus bereits vor dem Auseinandergehen des conjugirten Paars durch von der Oberfläche her vordringende Einschnürungen zu einem langen, anfangs knäuelförmig aufgewundenen Strang, der sich zunächst in kürzere Stücke, endlich in die erwähnten kleinen Fragmente spaltet. Vier, selten zwei oder acht von diesen werden, nachdem sie zu einer gewissen Grösse herangewachsen sind und ein »Keimbläschen« erhalten haben, als Eier, von den aus ebensoviel »Samenkapseln« herrührenden »Spermatozoen« des andern Individuums befruchtet und danach »gelegt«.

[1]) l. c. pag. 92 flg.

Dies geschieht nach der Trennung des Paars: der Austausch der Samenkapseln vorher.

Nach Stein[1] erleidet der Nucleus, so lange das Paar zusammenhängt, keine nennenswerthe Veränderung. Nach der Trennung zerfällt er infolge von Befruchtung durch die aus den Samenkapseln desselben Individuums herrührenden Spermatozoen (also Selbstbefruchtung) in eine geringe Anzahl (4—7) ziemlich grosser rundlicher Stücke auseinander. Diese, so vermuthet Stein, entwickeln sich zu gewundenen Strängen, die dann durch Theilung in die kleinen Fragmente zerfallen. Einige von diesen würden dann zu Keimkugeln (Balbiani's Eiern) und weiter zu Embryonalkugeln werden. Aus den übrigen regenerirt sich der Nucleus.

O. Bütschli[2] fand den Nucleus in Einer Reihe von Beobachtungen schon vor, in einer andern erst nach Trennung der Paare, in einen gewundenen und dabei verzweigten Strang metamorphosirt. Diesen lässt er sich in zahlreiche Stücke spalten, von denen einige — oft 5 bis 8 — grösser und heller als die andern sind. Wie Stein betont auch Bütschli, dass in demselben Individuum Uebergänge zwischen diesen »Eiern« oder »Keimkugeln« und den kleinen Fragmenten vorkommen. Ein centrales helles Bläschen (Keimbläschen) das Balbiani und auch Stein in den grösseren Kugeln gesehen zu haben meinen, findet er in diesen nicht. Aber wohl schien jede der grössern Kugel nach Zusatz von Essigsäure wie aus einer Anzahl von Bläschen zusammengesetzt, die mit den kleinsten Kernfragmenten übereinstimmten. An einigen isolirt gehaltenen Individuen fand er mehrere Tage nach der Conjugation die grösseren Kugeln nicht verändert, auch ihre Zahl nicht merklich verringert. — Er bezweifelt, besonders aus vergleichend histiologischen Gründen, dass die faserigen Elemente, die sich im Nucleolus entwickeln, die Bedeutung von Spermatozoen haben, und in Verband hiermit das Stattfinden einer Befruchtung bei der Conjugation.

Meine eignen Beobachtungen lehrten mich eine ununterbrochene Reihe von Entwicklungszuständen kennen, von denen ich die wichtigsten so kurz wie möglich und im Allgemeinen in der Reihenfolge beschreiben will, in welcher sie sich nach meiner Meinung bei dem-

[1] l. c. Zweite Abth. pag. 89—91.

[2] Einiges über Infusorien. Archiv f. mikrosk. Anatomie. Bd. 9. 1873. pag. 662 flg. Nach den Abbildungen zu schliessen hat Bütschli nicht, wie er meint, P. aurelia, sondern P. ambigume oder putrinum untersucht.

selben Individuum aus einander entwickelt haben würden. Da ich den Verlauf der Erscheinungen, wie Bütschli, in verschiedenen Conjugationsepidemien nicht ganz übereinstimmend fand, mögen die Befunde der einzelnen Epidemien besonders behandelt werden. Die meisten Ergebnisse lieferte eine grosse Epidemie, welche ich im April 1862 zu Leipzig beobachtete. Ich traf da folgende Zustände.

a. Syzygien[1]).

1) Nucleus (*n*) und Nucleolus (*nl*) vollkommen normal.

2) *n* und besonders *nl* grösser als gewöhnlich, ziemlich weit von einander gelegen, übrigens normal. Uebertraf die Länge des *nl* 0,015 Mm. dann war er schwächer lichtbrechend und fein längsgestreift.

3) *n* noch grösser und mehr kuglig, zuweilen mit einer oberflächlichen Einschnürung. *nl* ein 0,03 Mm. langes 0,02 — 0,025 Mm. breites ellipsoidisches Bläschen mit einem scheinbar aus feinen schwach gebogenen Längsfasern bestehenden Inhalt, übereinstimmend mit Balbiani's Fig. 12 *N.* auf Taf. VII, l. c. — In verschiedenen derartigen Fällen lagen die *nl* der Syzygien, etwa in der Höhe der gegeneinander gepressten Vestibula, gekreuzt, halb im einen halb im andern Individuum, schienen also im Begriff ausgetauscht zu werden.

4) *n* wie in 3, aber mit einer oder mehreren unregelmässig verlaufenden Einschnürungen. *nl* birnförmig (0,025 Mm. lang) oder posthornartig entsprechend Balbiani's — Taf. VII Fig. 12 *E*) oder spindelförmig, bis 0,06 Mm. lang (Balbiani's — Taf. VII Fig. 12 *K*), mitten im Thier gelegen.

5) *n* wie in 4, vielleicht etwas tiefer eingeschnürt. In jedem Individuum zwei *nl* von 0,025 — 0,08 Mm. von Aussehen und Gestalt ziemlich gleich Balbiani's Taf. VII Fig. 6 u. 7. Inhalt deutlich faserig.

6) *n* wie in 5. In jedem Individuum vier *nl*, alle gestreckt ellipsoidisch 0,022—0,04 Mm. lang. 0,001 Mm. breit, oder in andern Paaren birnförmig, in beiden Fällen mit nicht sehr deutlich faserigem Inhalt.

---

[1]) Wenn nicht ausdrücklich das Gegentheil gesagt ist, waren in Bezug auf Nucleus und Nucleolus resp. ihre Umwandlungsproducte beide Individuen der Syzygie gleich. Dies Verhalten wird von allen Beobachtern als das normale hervorgehoben.

7) *n* noch tiefer gespalten, aber kurz und dick. In dem einen Individuum der Syzygie zwei längliche undeutlich fasrige (0,01 Mm. lang, 0,015 br. und zwei homogene kuglige *nl* von 0,006 Mm.; im andern Individuum drei längliche undeutlich längsgestreifte *nl* von 0,04 Mm. Länge und 0,015 Breite, und ein schwach nierenförmiger homogener ziemlich stark lichtbrechender *nl* von ca. 0,007 Mm. Länge, alle nahe der Mitte des Thiers.

b. Einzelindividuen.

8) *n* durch tiefe gewundene Spalten wie in einen knäuelförmig gewundenen Strang verändert. *nl* nicht mit Sicherheit beobachtet. Keine Spur von »Eiern« oder »Keimkugeln«.

9) *n* ein langer, vielfach aber locker gewundener Strang, der aus mehreren Stücken zu bestehen scheint (etwa wie bei Balbiani Taf. VII. Fig. 8). Sonst wie 8.

10) An Stelle der langen Stränge zahlreiche, hier und da perlschnurartig zusammenhängende kuglige oder ovale, 0,001—0,008 Mm. und mehr lange Fragmente, von etwas geringerem Lichtbrechungsvermögen als der *n* der gewöhnlichen Individuen.

11) An Stelle des *n* zahlreiche, ziemlich unregelmässig im Körper zerstreute Fragmente wie in 10, darunter einige (häufig 3—8 grösser (bis zu 0,02 Mm.), reiner sphärisch, stärker lichtbrechend, etwa den Zuständen gleich, die Bütschli l. c. Taf. XXV Fig. 6 u. Taf. XXVI Fig. 9 abbildet. Mitunter Uebergänge zwischen den kleineren und grösseren Kugeln.

12) Vier grosse (0,02 Mm.) und neun kleine (0,005—0,01 Mm.) nahezu kuglige Körper, aus anscheinend derselben Substanz wie gewöhnliche Nuclei, ziemlich unregelmässig im Körperinnern zerstreut.

13 Drei grosse und sieben kleine derartige Elemente wie in 11, beinahe sämmtlich in der vordern Körperhälfte. Die beiden grössten fast kuglig (0,03 Mm.); neben dem einen ein schwach nierenförmiges von 0,027 Mm. Länge und 0,01 Mm. Breite. Die sieben kleinen oval oder kuglig, von 0,006—0,01 Mm.

14) Zwei 0,032 Mm. grosse, etwas abgeplattet kuglige kernartige Körper; dicht um sie her sechs kleine von 0,006—0,01 Mm. alle in der vorderen Hälfte des Thiers. — In einem andern derartigen Falle zwei Kugeln von 0,01 Mm. und sieben kleine ähnlicher Art. — Wieder in einem andern ein grosser, länglicher, etwas birnförmiger Körper von 0,046 Mm. Länge, ein ziemlich kugliger von

0,031 Mm. und acht kleine zwischen 0,005 und 0,015 Mm. alle von nucleusartiger Beschaffenheit und an der Stelle gelegen wo gewöhnlich der Nucleus sich befindet.

Während einer im August und September 1861 zu Leipzig beobachteten Epidemie begegneten mir ausser den unter 1 auch die unter 8) und 9. beschriebenen Kernzustände und Uebergänge zu 10) bei Individuen, die noch conjugirt waren. Solche Fälle habe ich auch später noch mehrmals gesehen. — In einer Epidemie vom December 1861, gleichfalls in Leipzig, kamen, wie in der Epidemie vom April 1862, die unter 1), 2) und 6) beschriebenen Zustände zur Beobachtung.

Ausser den hier geschilderten Formen wurden nur noch Exemplare mit normalem Nucleus und Nucleolus gefunden. In einem einzigen Falle kamen gleichzeitig einzelne Exemplare mit Sphaerophrya vor. — Die durch Johannes Müller berühmt gewordenen Zustände mit vergrössertem und von stabförmigen Körpern erfülltem Nucleus, wurden während keiner der genannten Epidemien — sonst mehrmals — angetroffen, ein Beweis mehr, dass sie nicht von Syzygien abstammen, die Stäbchen im Nucleus nicht mit den sogenannten Spermatozoen identisch sind, die sich während der Conjugation im Nucleolus entwickeln.

Aus den vorliegenden Thatsachen ergeben sich, wie ich meine mit Nothwendigkeit, folgende Vorstellungen über den Verlauf und die Folgen der Conjugation bei Paramaecium aurelia.

Der Nucleus vergrössert sich, sobald das Paar sich vereinigt hat, ein wenig, spaltet sich — entweder schon vor oder erst nach der Trennung des Paars, — von der Oberfläche aus in einen oder mehrere lange, anfangs knäuelförmig zusammengeballte Stränge; diese zerfallen, während sie zugleich auseinander weichen, durch wiederholte Abschnürung in immer kürzere Stränge, diese endlich in kleinste kuglige Fragmente. Während dieser Spaltung nimmt das Lichtbrechungsvermögen der Kernsubstanz ab, ihr Wassergehalt also höchst wahrscheinlich zu. An der Stelle von, vermuthlich aus der zerfallenen Nucleusmasse (durch Wachsthum und Verschmelzung der kleinsten Fragmente?) entstehen bald wieder kleine kuglige Elemente, von denen einige, die sogenannten Keimkugeln oder Eier der Autoren, sich besonders schnell vergrössern. Durch fortdauernde Vereinigung nimmt die Zahl dieser Elemente beständig ab, bis durch Verschmelzung der letzten der einheitliche alte Nucleus wieder her-

gestellt ist. Während dieses Processes, der jedenfalls einen bis mehrere Tage dauert, kehrt auch die alte physikalische und chemische Beschaffenheit der Nucleussubstanz zurück. — Kurz gesagt zerfällt also der Nucleus infolge der Conjugation in kleinste Fragmente und baut sich an der Stelle derselben ganz neu wieder auf.

Die Metamorphosen des Nucleolus, wohl der schwierigste Punct der Untersuchung, sind, wenigstens für die späteren Stadien, noch nicht völlig sicher gestellt. Fest steht, dass der Nucleolus sich unter beträchtlicher Vergrösserung und Abnahme seines Brechungscoefficienten in zwei und vier, auch wohl acht, gleiche Theile (»Samenkapseln«) spaltet. Dabei wird sein Inhalt faserig. Später werden die Nucleolussegmente wieder kleiner, homogener und scheinen, in manchen Fällen noch vor, sonst bald nach Trennung des Paars völlig zu verschwinden. Während der Conjugation, vor oder nach der ersten oder zweiten Theilung des Nucleolus werden die Nucleoli ausgetauscht[1]. Wie sich der einfache spätere Nucleolus wieder bildet bleibt ungewiss, — ich vermuthe, durch Abschnürung vom Nucleus.

Der Zerfall des Nucleus verläuft, wie die Thatsachen beweisen, zeitlich ganz unabhängig von den Veränderungen des Nucleolus, ist also keinesfalls Folge des Austausches der »Samenkapseln«. Dagegen scheint der Wiederaufbau des Nucleus stets erst nach dem Austausch und dem Vergehen der Nucleoli zu beginnen. Man könnte also vermuthen, dass die Reconstruction des Nucleus die Folge einer von der Substanz der Nucleoli auf die Kernfragmente ausgeübten Wirkung sei, welche Wirkung dann als eine Art Befruchtung aufzufassen wäre. — Sehr unwahrscheinlich ist, dass die faserigen Elemente, welche sich während der Conjugation in der Nucleolussubstanz bilden, in Kern, Kernfragmente oder Protoplasma, nach Art echter Spermatozoen, eindringen.

Mit den vorstehenden Erfahrungen an Paramaecium aurelia ganz übereinstimmende, von den Angaben Balbiani's und Stein's aber durchaus abweichende Resultate erhielt ich bei Paramaecium bursaria.

Nach Balbiani[2], der auch in diesem Falle weniger Beobachtungen beschreibt als dogmatisirt, schnüren sich bei P. bursaria vom Nucleus, der seine primäre Form behält, nur zwei, zuweilen

[1] Hierfür spricht sehr schlagend auch ein von Bütschli l. c. pag. 664 beschriebener und auf Taf. XXV. Fig. 2 abgebildeter Fall.

[2] l. c. pag. 100.

vier »ovules« von »0,0072 Mm.« ab und bilden sich zu ebensoviel »oeufs« von »0,0141 Mm.« aus. Der Nucleolus wächst und theilt sich in meist nur zwei »capsules séminales«. — Stein[1] fand in allen Conjugationszuständen den Nucleus nur mehr kuglig und anscheinend kleiner geworden. Nach Trennung der Syzygie entwickeln sich aus ihm, so meint Stein, nur drei rundliche Körper, von denen einer zuweilen viel kleiner als die beiden andern ist. Mitunter fand er nur zwei ziemlich gleich grosse derartige »Keimkugeln«. Der Nucleolus war meistens in vier »Samenkapseln« zerfallen.

Ich fand wie bei P. aurelia den Verlauf der Erscheinungen nicht in allen Epidemien gleich. So zeigten, während einer Augustepidemie 1861 die untersuchten Syzygien, in theilweiser Uebereinstimmung mit Stein's Befunden, den Nucleus normal oder nur mehr kuglig, zuweilen aber auch etwas vergrössert[2]. Neben ihm lag entweder ein einziger, meist sehr vergrösserter Nucleolus oder zwei, selbst vier Nucleoli mit längsgefasertem Inhalt.

Reichere und zum Theil abweichende Ergebnisse lieferte eine Epidemie im April 1864. Während dieser beobachtete ich folgende Syzygien, die ich in der, wie ich meine natürlichen, zeitlichen Reihenfolge kurz charakterisire.

1) Nucleus (*n*) vergrössert, nahezu kugelig, an zwei Stellen ein wenig eingeschnürt. Nucleolus (*nl*) ein ellipsoidisches Bläschen mit scheinbar in kurze dünne Stäbchen gespaltenem Inhalt.

2) *n* in eine kleine Anzahl gewundener, einen Knäuel bildender Stränge zerfallen. Daneben drei oder vier starklichtbrechende Kügelchen von 0,005—0,008 Mm. Zwei ellipsoidische längsgestreifte *nl* von etwa 0,015 Mm.

3) *n* in unregelmässig gebogene auch wohl verzweigte Stränge von 0,008—0,03 Mm. Länge und etwa 0,006 Mm. Breite zerfallen, die weiter als in 2) auseinder liegen. Vier *nl* mit faserigem Inhalt: drei davon in der Hinterhälfte des Thiers, einer,

---

[1] Organismus u. s. w. Zweite Abth. pag. 91.

[2] In vielen Fällen war die Substanz der Kerne der Syzygien wie gefüllt mit 0,0015—0,003 Mm. grossen Kügelchen von etwas stärkerem Lichtbrechungsvermögen. Denselben Bau zeigten auch die Kerne vieler gewöhnlicher Individuen. Während anderer Epidemien waren alle Kerne scheinbar völlig homogen. Ein Beweis, dass das Fehlen oder Vorhandensein der genannten Einschlüsse im Kern weder in morphologischer noch physiologischer Hinsicht eine wesentliche Bedeutung hat.

mit dem entsprechenden des andern Individuums sich kreuzend, an der Grenze beider Thiere, etwas nach vorn von den Mundöffnungen, halb im einen halb im anderen Individuum Austausch'.

4) An Stelle des *n* ein Haufen von 40 bis 70 kugligen oder ovalen Elementen von 0,002—0,004 Mm. Dicht um ihn her vier *nl* von 0,01 Mm. mit längsgestreiftem Inhalt. Ausserdem, in einem Falle, im einen Individuum drei ziemlich stark lichtbrechende Kügelchen von 0,005—0,008 Mm., im andern nur ein solches von 0,005 Mm.; in einem andern Falle nur in einem Individuum ein gleiches Kügelchen von 0,004 Mm.

Fälle wie 4, aber ohne stärker lichtbrechende Kügelchen, beobachtete ich häufig während einer Decemberepidemie 1861. Anstatt vier, wurden damals bei einer einzelnen Syzygie nur drei gleiche Nucleoli in jedem Individuum gefunden.

Neben den Syzygien kamen Einzelindividuen ohne Nucleolus vor. Eins enthielt etwa 30—50 kleine (0,003 Mm.) und vier grössere (0,005—0,007 Mm.) kuglige kernartige Elemente. Ein anderes barg nur zwei derartige Kugeln von 0,005 und 0,007 Mm. eine kleine von 0,004 Mm., eine grosse ovale von 0,02 Mm. und ein ähnliches Fragment von 0,008 Mm. Länge und 0,003 Breite. Wieder ein anderes Individuum zeigte zwei kernartige Kugeln von 0,015 Mm. jedes von diesen mit einem centralen kernähnlichen Körperchen von 0,005 Mm. — Zu den letzt erwähnten Fällen von meiner Ansicht nach schon sehr weit vorgerückten Reconstruction des Nucleus gehören ohne Zweifel auch die oben erwähnten von Stein beobachteten Zustände.

Entwickelung von »Embryonalkugeln« sah ich weder vor, während, noch nach einer Conjugationsepidemie von P. bursaria jemals auftreten.

Ueber den Zerfall des Nucleus und die Metamorphosen des Nucleolus habe ich auch bei Paramaecium ambiguum[1], im März und April 1862, einige mit den bisherigen harmonirende Erfahrungen gesammelt. Folgende Syzygien wurden beobachtet.

---

[1] Einige der hauptsächlichsten Merkmale dieses Thiers habe ich in der Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XI. 1862. pag. 349 angegeben. Ich füge hinzu dass diese Art zwei contractile Vacuolen und Trichocysten besitzt. Sie darf also nicht mit Param. putrinum Cl. et L. dem sie äusserlich sehr ähnelt, zusammengeworfen werden — vorausgesetzt dass letztere Art, die ich nicht aus eigener Anschauung kenne, wirklich die ihr zugeschriebenen Eigenthümlichkeiten besitzt.

1) *n* und *nl* normal. Der erste schwach nierenförmig, 0,03 Mm. lang, 0,02 Mm. breit; der letztere ein Kügelchen von 0,005 Mm.

2) *n* und namentlich *nl* sehr vergrössert, letzterer schwächer lichtbrechend; *n* in zwei Fällen ziemlich kuglig, in zwei andern mehr länglich.

3) *n* wie bei 2, doch mit einer oder zwei tiefen unregelmässigen Einschnürungen. *nl* birnförmig oder langgestreckt ellipsoidisch (0,025—0,04 Mm. lang) mit fasrigem Inhalt.

4) *n* in 20 bis 25 längliche Fragmente von etwa 0,01 Mm. Länge gespalten; daneben drei stark lichtbrechende Kügelchen von etwa 0.0075 Mm. Zwei birnförmig längsgestreifte *nl*, durch einen etwa 0,08 Mm. langen äusserst dünnen häutigen Strang (Nucleolusmembran) zusammenhängend.

5) *n* nahezu wie im vorigen Falle, doch die Fragmente mehr kuglig. Vier ovale, undeutlich gestreifte *nl* von 0,017 Mm. Länge.

Vermuthlich verläuft auch die Reconstruction des Nucleus wie bei Par. aurelia und bursaria. »Embryonalkugeln« wurden niemals gefunden.

B. Stylonychia pustulata, histrio und verwandte Arten.

Bei allen Arten der Gattung Stylonychia kommen zweierlei Conjugationsprocesse vor, die, besonders auch in Bezug auf das Verhalten der Nuclei und Nucleoli, gänzlich verschieden sind. Beide habe ich an isolirten Exemplaren von St. mytilus, pustulata und histrio direct durch alle Stadien verfolgt und früher bereits ziemlich ausführlich, wenigstens was die Metamorphosen der Körperform und der Bewimperung anlangt, beschrieben und abgebildet[1]. Sie mögen als Copulation und Conjugation unterschieden werden[2].

---

[1] l. c. pag. 353 flg. Taf. XXVIII. Fig. 12—30. Taf. XXIX. Fig. 4—6.

[2] Stein (Organismus etc. Zweite Abth. pag. 120) hält diese Unterscheidung von zwei wesentlich verschiedenen Formen von Conjugation nicht für begründet, da nach ihm ein allmählicher Uebergang zwischen beiden besteht. Ich will die Möglichkeit hiervon nicht läugnen (s. unten den letzten Abschnitt), halte ihn aber durch Stein's Beobachtungen nicht für bewiesen. Die Thatsachen, auf die Stein sich beruft, betreffen nur äusserliche Momente, nämlich das mehr oder weniger äusserlich Verwachsensein der beiden Individuen. Das in beiden Fällen so gänzlich verschiedene Verhalten der Nuclei und Nucleoli wird von Stein nicht berücksichtigt. Auch scheint Stein vollkommene Copulation nicht gesehen zu haben: wenigstens war auf der höchsten Stufe der Verschmelzung die er (l. c. pag. 70—71) beschreibt, die Zusammensetzung der Syzygie aus zwei Individuen noch in der Bewimperung deutlich ausgesprochen.

Die Copulation ist dadurch charakterisirt, dass beide Individuen zu einem einzigen Thier verschmelzen, das in Form, Structur und Lebensweise von einem gewöhnlichen Exemplar derselben Art nicht merkbar abweicht. Wichtig ist, und ebenfalls charakteristisch, dass dabei die einander entsprechenden Nuclei beider Thiere, ohne übrigens Veränderungen zu erleiden, direct zu je einem einzigen Nucleus verschmelzen: erst vereinigen sich die vorderen, darnach die hinteren Nuclei zu je einer Kugel. Diese beiden Kugeln verschmelzen wieder zu einem länglichen Körper der sich direct in zwei mit gewöhnlichen Nucleis übereinstimmende Hälften theilt. Auch die correspondirenden Nucleoli der beiden Individuen verschmelzen, ohne sonstige Aenderungen zu erleiden. Ob sie sich später wie die verschmolzenen Nuclei noch zu einem einzigen Nucleolus vereinigen, der sich danach erst in die zwei bleibenden Nucleoli spaltet, wage ich nicht zu sagen.

Das aus der Copulation resultirende Individuum verhält sich weiterhin anscheinend wie ein gewöhnliches Exemplar, auch insofern als es sich später durch gewöhnliche Quertheilung vermehrt. Oefters habe ich derartige Individuen, nach Isolirung, bis in die dritte Generation verfolgt, ohne jemals etwas Besonderes an ihnen bemerkt zu haben. Niemals im Besondern gingen aus der Copulation die merkwürdigen, durch den Besitz einer Placenta ausgezeichneten Formen hervor, die sich stets aus den gewöhnlichen Conjugationszuständen entwickeln. Offenbar darf somit die Copulation nicht als Einleitung zu einer geschlechtlichen Fortpflanzung betrachtet werden.

Die Conjugation ist äusserlich dadurch charakterisirt, dass die beiden Individuen nur theilweise (meist nur mit den vorderen Körperhälften) und auf kurze Zeit (weniger als einen Tag) mit einander verschmelzen. Während sie zusammenhängen entwickelt sich aus jeder Hälfte der Syzygie ein neues Individuum, in ähnlicher Weise, wie bei der Quertheilung der hintere Sprössling sich in der hintern Körperhälfte des ursprünglichen Individuums entwickelt. — In Bezug auf das Verhalten der Nuclei und Nucleoli darf als feststehend Folgendes betrachtet werden. Noch vor der Trennung des Paars theilen sich die beiden Nuclei jedes Individuums in zwei Hälften und entwickeln sich die Nucleoli zu im Ganzen zwei, höchstens vier grossen hellen Bläschen mit feinfasrigem Inhalt. Einige Zeit nach der Trennung sind die Nucleoli verschwunden und ist an Stelle der vier Kernsegmente ein ziemlich grosser ovaler, sehr durchsichtiger Körper, die Placenta (Stein), im Innern jedes Exemplars vorhanden, umgeben von zahllosen sehr kleinen stark lichtbrechenden Körnchen, zwischen

welchen meistens einige grössere, stark lichtbrechende Kugeln (»Eier« Balbiani, »Keimkugeln« Stein) liegen. Später liefert die Placenta durch Theilung die bleibenden Nuclei des neuen Individuums, das dann auch in seinem übrigen Bau einem gewöhnlichen Exemplar wieder gleicht.

Die Interpretation dieser Thatsachen seitens Stein's und Balbiani's ist, wie man weiss, eine sehr verschiedene.

Nach Balbiani[1], der hauptsächlich Stylonychia mytilus untersuchte, werden die vier durch Theilung der Nuclei entstandenen Segmente direct, unter Volumabnahme und Verdichtung ihrer Substanz, zu den grösseren stark lichtbrechenden Kugeln, von denen später nach ihm stets vier neben der Placenta gefunden werden. Diese Kugeln hält er für Eier, die »gelegt« werden, nachdem sie durch die aus den Nucleolis stammenden »Spermatozoen« befruchtet worden sind. Die Placenta lässt er durch totale Neubildung entstehen.

Stein[2] vermuthet, dass die vier Nucleussegmente sich, nach eingetretener Befruchtung durch die »Spermatozoen«, direct zur Placenta vereinigen, die dann eine grössere oder geringere Anzahl der stark lichtbrechenden Keimkugeln »ausscheiden« und endlich durch Theilung die zwei bleibenden Nuclei liefern soll. Die Keimkugeln entwickeln sich, so meint er, bei St. mytilus direct zu den früher besprochenen Embryonalkugeln; bei St. pustulata und histrio aber werden sie, wahrscheinlich durch den After nach aussen befördert, um in der Aussenwelt zur weiteren Entwickelung zu kommen.

Meine eigenen Beobachtungen führen in den wesentlichsten Punkten zu durchaus abweichenden Vorstellungen. Ich verfolgte isolirte Syzygien von Stylonychia pustulata und histrio einige Tage lang in der feuchten Kammer, und sah, bei beiden Arten übereinstimmend, Folgendes geschehen.

Nachdem sich in den ersten Stunden nach der Vereinigung erst der vordere, dann der hintere Nucleus beider Individuen getheilt hatte, wurden die so entstandenen Kernsegmente allmählich schwächer und schwächer lichtbrechend und entzogen sich schliesslich, namentlich schnell die vorderen, — nach Stunden — gänzlich oder doch nahezu der Beobachtung. Gleichzeitig begann die Zahl der kleinen stark lichtbrechenden Kügelchen und Körnchen, die stets, wenn auch

[1] l. c. pag. 83, 102 flg. Pl. VIII. Fig. 3—6.
[2] l. c. Zweite Abth pag. 86.

meist in mässiger Menge, im Endoplasma der Stylonychia enthalten sind, sich bedeutend zu vermehren, wodurch das Endoplasma immer undurchsichtiger ward. Doch kam es mir vor, als ob diese grössere Undurchsichtigkeit nicht hinreichte das Unsichtbarwerden der Nucleussegmente zu erklären. Bald darauf, zuweilen kurz vor, spätestens einige Stunden nach der Trennung der Syzygie, erschien ziemlich in der Mitte des Körpers ein sehr kleiner (0,008 Mm. und darunter), homogener, sehr schwach lichtbrechender, kugliger oder ovaler Körper, die junge »Placenta«. Von den Kernsegmenten und Nucleolis konnte ich zu dieser Zeit auch nach Zusatz von Essigsäure nichts mit Sicherheit mehr wahrnehmen. Kurz nach der nun ziemlich rasch wachsenden Placenta, zuweilen auch früher, erschienen im Endoplasma — an verschiedenen Puncten — eine oder mehrere sehr stark lichtbrechende Kugeln von verschiedener, anfangs aber stets geringer Grösse. Sie vergrösserten sich und es kamen im Laufe der nächsten Stunden auch neue hinzu. Meist waren schliesslich vier bis sechs, auch wohl sieben, oder nur drei, von 0,007—0,012 Mm., und einige kleinere nicht mit Sicherheit von andern Körnchen des Endoplasma zu unterscheidende Kügelchen vorhanden. Ihre Zahl und Anordnung war in den beiden aus derselben Syzygie hervorgegangenen Individuen meist etwas verschieden; allmählich verschwanden sie wieder. Wahrscheinlich werden sie meist durch den After ausgestossen. Wenigstens beobachtete ich diesen Vorgang bei zwei Exemplaren von Stylonychia histrio direct, und zwar kurz nach Zusatz von ein wenig destillirtem Wasser zu dem etwas eingedunsteten Tropfen. Vielleicht hat reines Wasser einen purgirenden Einfluss. Die Entleerung geschah ziemlich rasch: in einem Falle z. B. bewegte sich eine Kugel von 0,01 Mm. innerhalb einer Minute von vorn nach hinten längs der Rückseite mitten über die 0,04 Mm. grosse Placenta weg, nach dem After zu. Hier blieb sie eine halbe Minute liegen und ward dann zugleich mit einer andern etwa gleichgrossen, zwei kleineren (von 0,001 und 0,006 Mm.) derselben Art und einigen kleinsten Körnchen ausgestossen. Aehnlich im andern Falle. Die Thiere verhielten sich weiterhin normal[1]. Die ausgestossenen »Keimkugeln« erschienen als nicht vollkommen sphärische, etwas eckige, structurlose Körper

[1] Eines war am folgenden Tage von einem gewöhnlichen Exemplare nicht zu unterscheiden. Das andere wurde sechs Stunden später bei Untersuchung der chemischen Reactionen der entleerten »Keimkugeln« getödtet.

von äusserst starkem Lichtbrechungsvermögen, etwa wie Lecithinkügelchen. Noch nach vielen Stunden wurden sie unverändert gefunden. Ueberosmiumsäure von $2^1/_2$ % brachte im Laufe von 5 Minuten keine merkliche Veränderung, weder der Farbe noch der Form hervor. Nach dem Auswaschen der Säure mit viel destillirtem Wasser rief Essigsäure von 10 % erst eine deutliche Trübung im Innern hervor, danach hellten sich die Kügelchen sehr langsam auf und wurden schwächer lichtbrechend, ohne jedoch erheblich zu quellen. Von einem »Keimbläschen« kam nichts zum Vorschein. In starker Kalilauge lösten sie sich allmählich, die kleinen sowohl wie die grösseren.

In einigen Fällen schienen einige der grösseren Kugeln innerhalb des Körpers der Stylonychia aufgelöst zu werden. Wenigstens wurden an ihrer Stelle nach einiger Zeit (einer bis zwei Stunden) sehr schwach lichtbrechende Kügelchen oder Bläschen von ungefähr derselben Grösse gefunden. Solche helle Bläschen (von 0,005 bis 0,01 Mm.) sah ich auch mehrmals im Endoplasma von Exemplaren der St. histrio auftreten, die keine stark lichtbrechenden Kugeln aber eine grosse Placenta enthielten. Später durch den After entleert, schwollen sie schnell zu grossen wasserhellen zartbegrenzten Blasen auf, die nach einigen Minuten platzten.

Die stark lichtbrechenden Kugeln waren zuweilen schon sechs Stunden nach der Lösung der Conjugation, während die Placenta noch klein war, zuweilen erst nach ein bis zwei Tagen verschwunden. Einmal war noch eine Kugel vorhanden nachdem die Stylonychie bereits wieder die gewöhnliche Form angenommen hatte.

Die Placenta erreichte meist innerhalb sechs bis zwölf Stunden nach Trennung der beiden Individuen, ohne Form und sonstige Eigenschaften nennenswerth zu ändern, ihre maximale Grösse. Diese variirte je nach der Grösse der Individuen von 0,015—0,04 Mm. (Längsdurchmesser). Nachdem nun während etwa zwölf bis vierundzwanzig Stunden weiter keine merkliche Aenderung stattgefunden hatte, theilte sich die Placenta in zwei Kugeln, die nach einiger Zeit (etwa vier bis acht Stunden) Lage, Form und Aussehen der gewöhnlichen Nuclei angenommen hatten. Neben diesen schimmerten, wiederum Stunden später, die Nucleoli in der gewöhnlichen Weise durch.

Bis hierher dauerte der ganze Process (vom Anfang der Conjugation an) $1^1/_2$ bis $2^1/_2$ Tag. Nach der Wiederherstellung der Nuclei und Nucleoli, wobei gleichzeitig Mund, adorale Spirale und

Peristom sich regenerirt hatten, verhielten sich die Individuen weiter wie gewöhnliche Exemplare. Oefters fingen sie schon nach einigen Stunden an sich in der üblichen Weise durch Quertheilung zu vermehren. — Einmal wurde Copulation von zwei mit grosser Placenta versehenen Exemplaren von Stylonychia pustulata beobachtet. Im Laufe einiger Stunden waren die Leiber beinahe und die Placenten vollständig, ohne sonstige Veränderung, zu einem einzigen Körper verschmolzen.

Die vorliegenden Beobachtungen, wie unvollständig auch in vieler Hinsicht, lehren zunächst, dass die vier Nucleussegmente nicht wie Balbiani behauptet, identisch mit den späteren »Eiern« sind[1], ebensowenig aber wie Stein will, sich direct zur Placenta vereinigen.

Was die »Keimkugeln« oder »Eier« anlangt, so kann, meine ich, kein Zweifel sein, dass sie nicht als Fortpflanzungskörper betrachtet werden dürfen. Ihre morphologischen Eigenschaften, ihre physikalische und chemische Structur weichen gänzlich ab von denen aller bekannten thierischen oder pflanzlichen Keime und sprechen vielmehr wie auch die Art ihrer Entfernung und ihr weiteres total indifferentes Verhalten dafür, dass sie Excrementkörper sind. Eine Bestätigung und Stütze dieser Ansicht finde ich in dem Umstand, dass ganz identische Gebilde, identisch sowohl was Grösse und Form, als was physikalische und chemische Reactionen angeht, sehr häufig in gewöhnlichen aus Quertheilung hervorgegangenen Individuen von St. histrio pustulata und mytilus[2], gefunden werden, ohne dass vorher oder gleichzeitig Conjugation vorkommt. Besonders wenn das Wasser, in dem die Stylonychien leben, sehr arm an grünen pflanzlichen Organismen ist, begegnet man diesen Zuständen regelmässig. Das Endoplasma der letzteren enthält dann ausserdem, ebenso wie das der Exemplare mit Placenta, zahllose sehr kleine stark lichtbrechende Kügelchen und Körnchen, von denen viele gerade wie die »Keimkugeln« in starker Essigsäure und Kalilauge sich allmählich lösen. Von den kleinsten dieser Elemente findet man in beiden Fällen Uebergänge zu den grossen »Keimkugeln«. Letztere können somit unmöglich eine specifische Bedeutung und am allerwenigsten

---

[1] Dies hat auch Stein schon zur Genüge widerlegt. Organismus etc. Zweite Abth. pag. 85.

[2] Auch von anderen Oxytrichinen und von Euplotinen.

die ihnen bisher zugeschriebene, haben. — Ueber die Art und Weise, wie sie sich im Endoplasma bilden, wage ich noch kein Urtheil auszusprechen. Genug, dass sie keine Spaltungsproducte des Nucleus und keine Keime sind.

In Bezug auf das Verhalten der Nuclei bei der Conjugation lehren unsere Beobachtungen, dass sie sich in kleinere Segmente theilen und dabei viel schwächer lichtbrechend, also vermuthlich viel wasserreicher werden. Die Kernsegmente scheinen ganz zu verschwinden. An ihrer Stelle (möglicherweise auch direct aus einem von ihnen) entwickelt sich, vielleicht infolge einer vom Nucleolus ausgehenden Wirkung (Befruchtung), die Placenta, welche anfangs schnell, dann langsamer wächst und endlich durch Theilung zwei Kugeln liefert, die sich, unter Wiederherstellung der normalen physikalischen und chemischen Beschaffenheit der Kernsubstanz, in die bleibenden Nuclei umbilden.

Die Wirkung der Conjugation kommt also, insoweit sie die Kerne betrifft, im Princip ebenso wie bei Paramaecium darauf hinaus, dass die Nuclei unter bedeutender Aenderung ihrer physikalischen und chemischen Structur in kleinere Theile sich spalten und danach neu wiederaufgebaut werden. Ebenso wie bei Paramaecium scheint dem Wiederaufbau der Kernsubstanz das Verschwinden der Nucleoli vorausgehen zu müssen. Ob ein Austausch der Nucleoli stattfindet ist noch nicht zu sagen; sehr wahrscheinlich ist er jedoch.

In Uebereinstimmung mit der hier gegebenen Darstellung sind auch, soweit ich sie aus eigener Anschauung kenne, die Erscheinungen bei Stylonychia mytilus und Pleurotricha lanceolata. Bei mehreren Exemplaren dieser Arten, die nur erst eine sehr kleine, die Grösse eines gewöhnlichen Nucleus nicht erreichende Placenta, aber keine grösseren stark lichtbrechenden Kugeln enthielten, waren nach Behandlung mit verdünnter Essigsäure keine sicheren Spuren der Kernsegmente und ebensowenig der Nucleoli zu finden. Bei einigen isolirten Individuen derselben Arten wurde das Wachsen der Placenta von Stunde zu Stunde verfolgt, bei beiden auch einigemale das Auftreten der charakteristischen Kugeln (2 bis 6 an Zahl) an von der Placenta entfernten Stellen, und die Theilung der entwickelten Placenta in zwei Hälften direct constatirt.

Der Hauptsache nach sehr ähnlich wie bei den Oxytrichinen, doch mit einigen Abweichungen im Einzelnen, verlaufen auch die Erscheinungen bei Euplotes charon. Hier theilt sich erst, wie ich schon früher beschrieb[1], und zwar zuweilen schon innerhalb der ersten halben Stunde nach der Vereinigung der beiden Individuen, der Nucleolus in zwei gleiche Hälften, die bald weit auseinander liegen. Diese entwickeln sich rasch zu grossen ellipsoidischen Bläschen mit längsgestreiftem Inhalt. Während dies geschieht zieht sich der Nucleus zu einem kürzeren, breiteren und dickeren Strang zusammen, der in die linke Körperhälfte zu liegen kommt[2] und sich darauf in eine vordere, in der Regel sehr viel grössere, anfangs etwa birnförmige und eine kleine hintere kuglige Hälfte theilt. Zugleich ist er allmählich voluminöser und schwächer lichtbrechend, offenbar wasserreicher geworden. Das vordere Nucleussegment, in einzelnen Fällen wie es schien beide oder nur das hintere, verschwindet nun bald. Ich nahm dann nach Behandlung mit Essigsäure einige Male nur ein formloses Häufchen sehr blasser Körnchen (von höchstens 0,005 Mm.) an seiner Stelle wahr.

Um diese Zeit trennen sich die Thiere. Sie sind dann mitten auf dem Wege, sich auf die oben bei Stylonychia erwähnte Weise[3] auch äusserlich zu neuen Individuen umzugestalten. Tödtete ich sie unmittelbar nach Lösung der Conjugation, dann fand ich keine Reste der Nucleoli mehr. — Sehr bald nun beginnt, gewöhnlich in der Mitte, oder etwas nach vorn, zuweilen mehr hinten und links, die Placenta sich zu entwickeln. Anfangs ein sehr kleines, schwach lichtbrechendes Kügelchen, wächst sie ziemlich rasch — innerhalb sechs bis zehn Stunden — zu ihrer definitiven Grösse (0,02 bis 0,035 Mm.) an[4] und bleibt dann ein bis zwei Tage, auch wohl noch etwas länger, scheinbar unverändert. In einigen Fällen schien die Placenta durch Verschmelzung zweier, einmal selbst dreier klei-

---

[1] l. c. pag. 351. Taf. XXVIII. Fig. 5.

[2] Solche Zustände beschreibt auch Stein, Organismus u. s. w. Zweite Abth. pag. 87 Doch vermisste er hier die Nucleoli, die ich selbst nach Spaltung des Kerns in zwei Hälften noch mehrmals sicher constatirt habe.

[3] S. a. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XI. pag. 352. Taf. XXVIII Fig. 6 und flg.

[4] In dieser Phase fand ich häufig hinten links im Körper noch einen unregelmässig gestalteten, ziemlich schwach lichtbrechenden Körper, vermuthlich das hinterste Nucleussegment. Solche Formen sah schon Stein l. c. Erste Abth. pag. 139 und Zweite Abth. pag. 87.

nerer gleichartiger Kügelchen zu entstehen[1]). Wenigstens wurde später an deren Stelle nur eine, viel grössere Placenta gefunden.

Von diesen Elementen muss man andere, gleichfalls kuglige und homogene, aber viel stärker lichtbrechende Körper unterscheiden, die sich häufig bald nach der Placenta im Endoplasma entwickeln, und ganz den sogenannten »Keimkugeln« oder »Eiern« der Stylonychien gleichen, mit denen sie auch durch Stein und Balbiani parallelisirt werden. Ich zählte ein bis vier, höchstens sechs in jedem Individuum. Ihre Grösse wechselt im selben Thier, sie erreichte nur selten 0,011 Mm. Später verschwinden sie; in einem Falle hielt sich einer bis nach völliger Reconstruction des Nucleus. Es finden sich von ihnen Uebergänge zu den kleinen Körnchen, welche wie bei den Stylonychien das Endoplasma in der Umgebung der Placenta undurchsichtig zu machen pflegen.

Wie der definitive Nucleus sich aus der Placenta bildet, habe ich noch nicht sicher ermitteln können. An isolirten Individuen sah ich die Placenta allmählich etwas stärker lichtbrechend und, so schien es wenigstens, platter werden. Später wurde sie mehr und mehr von den Körnchen des Endoplasma bedeckt und dadurch immer undeutlicher. Am dritten, zuweilen vierten Tag nach Lösung der Conjugation war wieder ein hufeisenförmiger, auch sonst anscheinend normaler Nucleus vorhanden[2]). Ohne Zweifel — die offenbare Homologie der Placenten von Euplotes und Stylonychia zwingt dazu — muss man annehmen, dass die Placenta sich zum Nucleus umbildet.

Von Entwicklung der Placenta zu einer Embryonalkugel, oder der hellen, schwach lichtbrechenden Kugeln aus deren Vereinigung sie in einzelnen Fällen hervorzugehen scheint, zu mehreren Embryonalkugeln kann natürlich auch bei Euplotes charon nicht mehr

---

[1]) Solche Zustände, die auch Stein (l. c. pag. 87) vor Augen gehabt hat, veranlassten mich früher, anzunehmen, dass die Placenta sich später in mehrere Segmente theilte. Ich habe seit dieser Zeit mehrmals die weiteren Schicksale der Placenta an isolirten Exemplaren Schritt vor Schritt verfolgt, ohne Theilung zu beobachten.

[2]) Während einer Conjugationsepidemie wurde ein übrigens normales Exemplar gefunden, dessen hufeisenförmiger, schlanker Nucleus an den Enden kuglig angeschwollen, hier auch schwächer lichtbrechend war und im Verhalten gegen Essigsäure (leichtere Löslichkeit) mehr mit der Placenta als mit dem Kern übereinstimmte. Vielleicht war hier die Reconstruction des Nucleus noch nicht ganz abgelaufen.

die Rede sein. Ebenso wenig stimmt BALBIANI's[1]) Behauptung, dass der Nucleus von Euplotes während der Conjugation durch directe Abschnürung zwei »Eier« producire, mit den Thatsachen, was übrigens auch STEIN[2]) schon gezeigt hat.

Von den sogenannten »Keimkugeln« gilt natürlich dasselbe wie von denen der Stylonychien.

C. Vorticella microstoma und Epistylis plicatilis.

Durch die ausgezeichneten Forschungen STEIN's sind bei allen Geschlechtern der Vorticellinen sowohl die äusseren Erscheinungen der Conjugation als im Besondern auch die dabei stattfindenden tiefeingreifenden Aenderungen des Nucleus bekannt geworden. Aber wir sahen schon, dass die Vorstellungen, zu welchen STEIN betreffs der nach Ablauf der Conjugation eintretenden Entwickelungsvorgänge gelangt ist, uns mit den Thatsachen in Widerspruch zu stehen scheinen.

STEIN[3]) schildert den Verlauf der Dinge wie folgt: »Die Wirkung der Conjugation besteht in allen Fällen darin, dass aus den Nucleis eine grössere oder geringere Anzahl kleiner, rundlicher Segmente hervorgeht; entweder zerfällt der Nucleus für sich in dergleichen Segmente (so ist es stets bei der knospenförmigen Conjugation) oder es verschmelzen zuvor erst die Nuclei in einen einzigen Nucleus, und dieser löst sich dann in Segmente auf. In dem aus der Conjugation resultirenden Individuum bilden die Nucleussegmente entweder ein loses Haufwerk (Vorticellen) oder sie schliessen sich zuletzt wieder zu einem einzigen Körper, der Placenta, zusammen (stockbildende Vorticellinen und Trichodinen). Im ersteren Falle entwickeln sich mehrere Nucleussegmente zu Keimkugeln, während die übrigen zur Herstellung eines neuen Nucleus verwendet werden; im letzteren Falle scheidet die Placenta die Keimkugeln aus und nimmt dann wieder die gewöhnliche Nucleusform an. Die Keimkugeln entwickeln sich in allen Fällen zu Embryonalkugeln, wenigstens sind letztere mit Sicherheit bei den Gattungen Vorti-

[1]) l. c. pag. 83. Pl. VIII. Fig. 16.
[2]) l. c. Zweite Abth. pag. 88.
[3]) l. c. Zweite Abth. pag. 137.

cella, Carchesium, Zoothamnium, Epistylis und Trichodina nachgewiesen«.

Die Unhaltbarkeit des letzten Satzes, die Entwickelung der »Keimkugeln« zu »Embryonalkugeln« anlangend[1]), haben wir schon oben, auf mehr indirectem Wege, nachgewiesen. Eine directe Widerlegung desselben liefern die folgenden Thatsachen, aus denen die wahre Bedeutung der »Keimkugeln« erhellt.

Genügendes Material zur Feststellung dieses Punctes lieferte mir, zunächst für Vorticella microstoma, die oben bereits erwähnte Conjugationsepidemie vom vergangenen April und Mai. Ich beschreibe die wichtigsten, während dieser Epidemie von mir beobachteten Zustände, soviel wie möglich in der Reihenfolge, wie sie sich bei einem und demselben Individuum auseinander entwickeln[2]).

1) Die Knospe hat sich vor wenigen Minuten, nahe dem Stiel, auf dem Leibe der Vorticelle fixirt. Ihr hinterer Wimperkranz noch vorhanden. Nucleus der Knospe oval, etwa 0,01 Mm. lang, der des Trägers hufeisenförmig, auch sonst anscheinend normal. Taf. XXII. Fig. 1.

2) Schon etwa ein Drittel der Knospe ist im Körper des Trägers aufgegangen: beider Endoplasma steht in breiter Communication. Unten in der Knospe drei kleine kernartige Körper: ein ovaler von 0,006 Mm. Länge, zwei kuglige von 0,003 Mm. Im Träger an Stelle des Nucleus eine etwa hufeisenförmige Gruppe von acht bis zehn trüben, ziemlich zart begrenzten Bläschen von 0,003 bis 0,005 Mm. Durchmesser. Taf. XXII. Fig. 2.

3) Knospe nur noch ein konischer 0,015 Mm. langer, an der Basis 0,012 Mm. breiter Körper. Ihr Kern in fünf kleine Kugeln gespalten, die bereits in den Körper des Trägers eingerückt sind. Nucleus des Trägers in zwölf bis fünfzehn ziemlich schwach lichtbrechende, nicht regelmässig angeordnete Bläschen gespalten.

4) Knospe zu einem schmalen, etwa cylindrischen Anhängsel von ca. 0,01 Mm. Länge und 0,003 Mm. Breite reducirt. In dem Träger an Stelle des *n* ein unregelmässiger Haufe von etwa zwanzig

[1]) Stein erkennt selbst an verschiedenen Stellen an, dass er diese Entwickelung nur vermuthet, nicht direct beobachtet hat.

[2]) Da die Metamorphosen des Kerns nicht mit hinreichender Sicherheit an lebenden Exemplaren verfolgt werden konnten, mussten die verschiedenen nebeneinander vorkommenden Zustände mit einander und mit den Befunden bei solchen Individuen verglichen werden, die in bestimmten bekannten Zeiten nach Beginn der Conjugation getödtet worden waren. Letzteres geschah mittelst Essigsäuredämpfen in der feuchten Kammer.

schwach lichtbrechenden Bläschen und Kügelchen, von 0,002 bis 0,004 Mm., einige nahe der Basis der Knospe. Taf. XXII. Fig. 3.

5) Knospe verschwunden. Anderthalb bis zwei Stunden nach Beginn der Conjugation. In der Vorticelle ein regelloser Haufe von zwanzig bis fünfundzwanzig sehr blassen Bläschen und Körnchen von nur 0,0015 — 0,003 Mm. Viele sind so undeutlich begrenzt, dass die Gesammtzahl nicht mit Sicherheit zu bestimmen ist. Man erhält den Eindruck als ob viele Körnchen im Begriff wären sich aufzulösen. Fig. 4.

6) Wie 5, doch mit dem Unterschied, dass die Kügelchen meist etwas grösser, 0,002—0,003 Mm., schärfer begrenzt und z. Th. auch etwas stärker lichtbrechend sind. Einige, fünf bis sieben, erreichen selbst 0,004 — 0,005 Mm. und erscheinen nach Einwirkung von Essigsäure nicht als Bläschen sondern als homogene, ziemlich stark lichtbrechende von einem schmalen hellen Hof umgebene Kugeln. Zwischen diesen grossen und den kleinen Kügelchen kommen allerlei Uebergänge vor. — Zeit: etwa vier bis sechs Stunden nach der Conjugation. Fig. 5, 6.

7) Unterscheidet sich vom vorigen Zustand dadurch, dass nur vier oder drei grössere kernartige Kugeln vorhanden sind. Diese messen 0,005 — 0,006 Mm. Auch die mittlere Grösse der kleinen Elemente ist etwas bedeutender als im vorigen Falle (etwa 0,003 Mm.). Einige wenige Kügelchen bilden einen Uebergang zwischen den extremen Grössen. Fig. 7.

8) Zwei grössere ovale, von einem hellen Hof umgebene kernähnliche Kugeln von 0,006—0,007 Mm., daneben zwei bis vier kleinere, unregelmässig kuglige, schwächer lichtbrechende von 0,003 bis 0,005 Mm. und ausserdem sechs bis acht noch kleinere und blassere Elemente. In einigen Exemplaren dieser Phase war einer der beiden grossen Körper bisquitförmig, als ob er eben durch Vereinigung zweier Kugeln entstanden wäre. — In einem andern Falle fanden sich zwei schwach nierenförmig gebogene nucleusartige Körper von 0,006—0,008 Mm, daneben acht kleine, runde, blassere von 0,003 — 0,004 Mm. — Zeit: etwa einen halben Tag nach der Conjugation. Fig. 8, 9.

9) Mitten im Körper ein einziger nierenförmig oder schwach hufeisenförmig gebogener nucleusartiger Körper, 0,01 — 0,02 Mm. lang, 0,005 — 0,007 Mm. breit; die Concavität meist gerade nach vorn gerichtet, daneben vier bis sieben, in einem besonders grossen Individuum neun, ovale oder kuglige etwas schwächer lichtbre-

chende Körperchen von 0,002—0,004 Mm. Zeit: etwa Anfang des zweiten Tages. Fig. 10.

10) Ein hufeisenförmiger Nucleus von ca. 0,022 Mm. Länge und 0,006 Mm. Breite, daneben ein einziges etwas schwächer lichtbrechendes Kügelchen von 0,003 Mm.

11) Ein normaler Nucleus. — Zeit: Zweiter oder dritter Tag.

Wir haben hier eine völlig zusammenhängende Formenreihe vor uns, für deren richtige chronologische Anordnung die mitgetheilten directen Zeitbestimmungen bürgen. Es ergibt sich daraus mit Nothwendigkeit folgende Vorstellung vom Verlauf der Erscheinungen.

Beide Individuen vereinigen sich. Alsbald spaltet sich der Nucleus beider in immer kleinere und dabei schwächer lichtbrechend werdende Segmente, die sich schliesslich, ebenso wie das Endoplasma beider Thiere, völlig mit einander vermengen. Aus der so entstandenen gemeinschaftlichen Masse entwickeln sich, ziemlich gleichzeitig, sehr kleine, allmählich an Umfang und Brechungsvermögen zunehmende Kügelchen; einige von diesen — die dadurch zu den sogenannten Keimkugeln Stein's werden — vergrössern sich schneller als die andern, verschmelzen untereinander und wohl auch mit den kleineren, wodurch die Gesammtzahl sich beständig verringert, bis endlich durch Vereinigung der letzten der gewöhnliche hufeisenförmige Kern wieder hergestellt ist.

Ich bemerke noch, dass während der geschilderten Epidemie keine von den oben beschriebenen irgend erheblich abweichenden Zustände vorkamen Insbesondere fehlten Individuen mit »Embryonalkugeln« (Endosphaera) gänzlich und traten auch im Lauf der nächsten beiden Wochen nicht auf. Später verschwanden die Vorticellen bis auf wenige Exemplare.

Bei Epistylis plicatilis gestalten sich die Dinge im Ganzen ebenso wie bei Vorticella microstoma. Wegen der viel bedeutenderen Grösse dieses Thieres ist die Beobachtung hier weit bequemer und kann in manchen Punkten weiter vordringen. Ich beobachtete im vergangenen Sommer mehrere grosse Conjugationsepidemien auf mächtigen, bis 4 Mm. hohen, auf Paludina vivipara schmarotzenden Stöcken. Die Entwickelung der Mikrogonidien, ihre Loslösung, Umherschwärmen und endliche Fixirung, wie der ganze weitere Verlauf der Conjugation wurden hier einigemale an isolirten, in der feuchten Kammer gezüchteten Stöcken genau verfolgt. Die ursprüng-

lichen grossen Stöcke, welche viele Hunderte von Individuen trugen, wurden meist unter dem einfachen Mikroskop in kleine von nur etwa zehn bis zwanzig Thieren gespalten, und diese Bäumchen nun, einzeln oder zu mehreren in einem Tropfen weiter untersucht. Hierdurch gelang es auch, Dauer und zeitliche Aufeinanderfolge der einzelnen Vorgänge sicher zu bestimmen.

Als bemerkenswerthe Thatsache fiel zuerst auf, dass die Mikrogonidienbildung keineswegs gleichzeitig auf allen Astsystemen desselben Stockes auftrat. Sie begann mitunter an einer Seite desselben und ergriff von da aus allmählich die übrigen Partieen. Dem entsprechend verliefen auch die weiteren Erscheinungen ungleichzeitig in den verschiedenen Zweiggebieten desselben Baumes. — Immer wurden viergliedrige Rosetten von Kleinsprösslingen gebildet; sie sassen stets eine oder einige Körperlängen unterhalb der grösseren Individuen, also auf kürzeren Zweigen. Die Gesammtzahl aller nach einander auf demselben Stocke producirten Mikrogonidien schien die der grösseren Individuen desselben Stockes zu erreichen oder selbst zu übertreffen[1]).

Sehr bemerkenswerth war es, dass die Kleinsprösslinge, die durchschnittlich nur kurze Zeit (etwa $^1/_4$—$^1/_2$ h) zu schwärmen schienen, sich nur auf solchen grösseren Individuen fixirten, unterhalb welcher — auf tieferen Zweigen derselben Aeste — sich bereits Mikrogonidien gebildet hatten oder noch bildeten. Sie verschmähten, so schien es, alle Individuen, sowohl der nämlichen als anderer Stöcke, welche nicht bereits zu Rosetten sich entwickelnde Theilsprösslinge geliefert hatten.

Dem Angeführten entsprechend gewährte einen oder zwei Tage nach Beginn der Mikrogonidienbildung ein grösserer Stock etwa folgendes Bild. Auf einer Seite desselben waren fast alle grossen Individuen in zum Theil weit vorgerückter knospenförmiger Conjugation begriffen. Unter ihnen kamen keine oder nur noch wenige Mikrogonidien, im letztern Falle einzeln oder zu zweien, sehr selten noch eine Rosette von vieren, wohl aber viele von Rosetten verlassene Aeste vor. Auf der entgegengesetzten Seite des Stockes hatte Mikrogonidienbildung noch nicht oder nur eben begonnen, und fehlten knospenförmige Conjugationszustände. In der Mitte des

[1]) Dies Verhalten constatirte ich auch während einiger Conjugationsepidemien bei Carchesium polypinum. Vergl. dagegen Stein l. c. Zweite Abth. pag. 136.

Stockes gingen beide extreme Befunde in einander über; es fanden sich viele Mikrogonidien, in allen Phasen der Entwickelung, und nicht wenige grössere Individuen mit Knospen in Conjugation. — Ueberall zwischen den Zweigen des Stockes, bald hier bald da einen Körper oder Stiel der Thiere berührend und mit bohrenden Bewegungen an ihm auf und ab gleitend, schwärmten Kleinsprösslinge hin und her, in der Form ziemlich niedrigen, oben breit abgestutzten Kegeln ähnlich. Sie fixirten sich schliesslich, fast ausnahmslos auf der vordern Körperhälfte je eines der grossen Individuen, gewöhnlich dicht vor, sehr selten ein wenig hinter der Mitte des Thiers. Unter mehreren hundert Fällen sah ich nur zweimal einen Träger mit zwei Knospen, sonst immer nur eine Knospe.

Veränderungen an den bis dahin normal gebliebenen Kernen der Syzygie traten, wie es schien, stets erst auf, nachdem die Cuticulae an der Berührungsstelle beider Thiere resorbirt zu werden begonnen hatten. Taf. XXII. Fig. 11—19. Dies liess sich mehrmals bereits innerhalb der ersten halben Stunde nach der Fixirung des Kleinsprösslings nachweisen. Der dicke kurze hufeisenförmige Kern der Knospe zerfällt zunächst in zwei bis drei oft sehr verschieden grosse Stücke, diese weiter, und zwar ziemlich schnell, etwa im Lauf einer halben Stunde, in immer kleinere Elemente. Schliesslich fanden sich 12 bis 18, nach Essigsäurebehandlung ziemlich stark lichtbrechende homogene Kügelchen von 0,002—0,0035 Mm. — Währenddem ist der Kern des Trägers zunächst länger und schmäler geworden, hat sich wohl auch von einem Ende aus der Länge nach ein Stück weit gespalten, ist danach gleichfalls erst in eine kleine Zahl oft sehr ungleich grosser Stücke zerfallen, und durch weitere Spaltung dieser schliesslich in etwa 30—35 Kügelchen von derselben Grösse und Beschaffenheit wie die der Knospe. Inzwischen ist die Communication zwischen beiden Individuen breiter und inniger geworden: beider Endoplasma, das bis dahin durch die auch nach Resorbirung der Cuticulae noch eine Zeitlang fortbestehenden subcuticularen (Myophan-) Schichten getrennt geblieben war, hat begonnen sich zu vereinigen. Der Inhalt der Knospe tritt nun allmählich in den des Trägers über; die Fragmente der Kerne beider mischen sich und bilden bald einen einzigen unregelmässig gestalteten Haufen. Der zusammengeschrumpfte, stark quergerunzelte Rest der Knospe schwindet nun mehr und mehr, wobei er häufig ein stachliges Ansehen erhält. Sechs bis zehn Stunden nach Beginn der Conjugation pflegte er völlig verschwunden zu sein.

Der Zustand bleibt nun etwa $^1/_2$ bis $1^1/_2$ Tag anscheinend stationär. Nur werden die Kernfragmente anfangs noch blässer und vielleicht auch zahlreicher und kleiner. Darauf beginnt die Regeneration des Nucleus, indem sich an Stelle (durch Verschmelzung? der Kernfragmente grössere Kügelchen bilden, von denen einige (die Zahl ist nicht constant, gewöhnlich vier bis sieben) rascher als die übrigen wachsen, wie es scheint durch Verschmelzung mit den kleineren Kügelchen. Wenigstens nehmen diese dabei an Zahl allmählich ab. Danach verringert sich auch die Zahl der grösseren Kugeln: sie vereinigen sich zu vier, drei, zwei ovalen oder nierenförmigen, kernartigen Stücken, diese endlich zu einem einzigen Nucleus, der Anfangs noch durch unregelmässigere Form und etwas mehr aborale Lage vom späteren normalen Kern abweicht. Die Wiedervereinigung verläuft schliesslich ziemlich rasch, wie man daraus schliessen muss, dass unter zahlreichen späteren und früheren Stadien in demselben Tropfen gleichzeitig nur wenige den Uebergang vermittelnde Phasen gefunden werden.

Während des Wiederaufbaus des Nucleus blieben die Thiere häufig mit ausgestrecktem, thätigen Wirbelorgan auf den Stielen sitzen, nicht selten aber auch kam es vor, dass sie sich bald nach Beendigung der Verschmelzung in der gewöhnlichen Weise frei machten und kürzere oder längere Zeit umherschwärmten. Viele fixirten sich später an anderen Stellen des Tropfens, mitunter in Gruppen, und begannen Stiele auszuscheiden. Ein bis zwei Tage später, mitunter auch schon vor Beendigung der Conjugation, waren die Thiere unter starker Abmagerung, offenbar infolge Mangels passender Nahrung zu Grunde gegangen, ohne noch irgend welche bemerkenswerthe Erscheinungen dargeboten zu haben[1]). Sie besassen dann wieder den gewöhnlichen Nucleus.

Bei Epistylis wie bei Vorticella lassen sich also als Folgen der Conjugation im Wesentlichen bezeichnen: Verschmelzung beider Individuen zu einem einzigen; Zerfall beider Nuclei in kleinste Fragmente; Wiederaufbau des Nucleus, nach vorheriger Vermischung der beiderseitigen Kernfragmente. Die sogenannten Keimkugeln

---

[1]) Thiere mit sogen. Placenten, wie sie Stein beschreibt, wurden nicht beobachtet. Ebensowenig Thiere mit »Embryonalkugeln«.

sind nichts anderes als Stücke neugebildeter Kernsubstanz, die später zum bleibenden Nucleus verschmelzen, haben also nicht die Bedeutung von Keimen.

VI. Theoretische Bemerkungen über die Bedeutung des Conjugationsprocesses. Physiologische und morphologische Bedeutung des Nucleus und Nucleolus. Verschiedene Formen geschlechtlicher Differenzirung der Infusorien.

Die in den letzten Capiteln mitgetheilten Thatsachen, wie unvollständig und neuer, vielseitiger Untersuchung bedürftig sie auch sein mögen, leiten doch zu einer Reihe von Ergebnissen und Betrachtungen allgemeinerer Art, die wir hier wenigstens andeuten wollen, die Begründung und Ausführung derselben im Einzelnen zukünftiger Forschung überlassend.

Als erstes dieser Ergebnisse dürfen wir den Satz hinstellen: die Conjugation der Infusorien leitet nicht zu einer Fortpflanzung durch »Eier«, »Embryonalkugeln« oder irgend welche andere Keime, sondern zu einem eigenthümlichen Entwicklungsprocess der conjugirten Individuen, den man als Reorganisation bezeichnen kann.

In allen Fällen äussert sich diese Reorganisation mit besonderer Deutlichkeit in dem Zerfall und Wiederaufbau des Nucleus [1]). Doch beschränkt sie sich vermuthlich in keinem Falle auf den Kern, sondern erstreckt sich auch wenigstens theilweise auf die übrige Leibessubstanz. Sichere Beispiele einer totalen Reorganisation, einer wahren Verjüngung oder Umprägung des ganzen Körpers, liefern die Euplotinen und Oxytrichinen, bei welchen während der Conjugation im Rahmen des alten Individuums ein neues angelegt wird. Hier liefert das alte Individuum das Material woraus und zugleich das Terrain auf dem sich das neue aufbaut. Bei den übrigen Arten scheint

[1]) Ich will nicht unterlassen auf die Aehnlichkeit zu weisen die diese Vorgänge mit dem Zerfall und der Neubildung des Kerns bei der Theilung gewisser Pflanzenzellen darbieten. Man vergl. u. a. die Beschreibung dieser Processe bei den Sporenmutterzellen von Psilotum triquetrum durch W. Hofmeister, die Lehre von der Pflanzenzelle. 1867. pag. 82 flg. Fig. 16.

nach den bisher vorliegenden Beobachtungen nur eine mehr partielle Reorganisation stattzufinden, doch ist es nicht unwahrscheinlich, dass man bei näherer Untersuchung auch hier Zeichen einer allgemeineren Neubildung finden wird[1]).

Der Nachweis dieses Reorganisations- oder Verjüngungsprocesses macht, wie mir scheint, jedes Suchen noch einem anderen, auf eine eigenthümliche Art der Fortpflanzung zielenden Processes als Folge der Conjugation völlig überflüssig. Hat es sich doch herausgestellt, dass die aus der Conjugation resultirenden Individuen schliesslich in keinem Puncte merklich von gewöhnlichen, aus Theilung hervorgegangenen Individuen derselben Art abweichen und sich ebenso wie diese durch Theilung, bezüglich Knospenbildung vermehren. Es fehlt somit aller thatsächliche Grund, sie für Individuen zu halten, die zu einer besonderen Art von Fortpflanzung vorbereitet wären. Welche Bedeutung der Reorganisationsprocess in anderer Hinsicht vielleicht noch für das Individuum und die Art haben möge, können wir vorläufig auf sich beruhen lassen. Soviel nur darf man vermuthen, dass er der Art irgend einen Vortheil im Kampf ums Dasein bringen werde.

Unsere Beobachtungen lehrten weiter, dass der Nucleus weder bei der Conjugation noch auch in irgend einem andern bekannten Falle die Rolle eines keimbereitenden Organs oder eines Keimes spielt, dass er also in physiologischer eben so wenig wie in morphologischer Hinsicht Keimdrüse, Ovarium oder Ei heissen darf. Weder er selbst, noch ein Theil von ihm kann sich zu einem selbständigen Organismus, einem physiologischen Individuum entwickeln. — Hiermit fällt der letzte, nicht unbegründete Einwurf, den man bei dem bisherigen Stande unserer Kenntnisse noch gegen die Lehre von der Homologie des Infusorienkörpers mit einer Zelle erheben konnte. Denn offenbar ist nun kein einziger nennenswerther Grund mehr vorhanden, den Nucleus der Infusorien nicht für das Homologon des Zellkerns zu halten.

Gleichwohl aber würde man verkehrt handeln, wenn man den Nucleus in allen Fällen morphologisch und physiologisch einem vollständigen Zellkern gleichsetzen wollte. Offenbar ist er das

---

[1]) Bei den Paramaecien scheint u. a. eine neue Bewimperung sich zu entwickeln.

nicht, wo neben ihm ein Nucleolus vorkommt. Hier hat meiner Meinung nach eine Differenzirung des Zellkerns stattgefunden, die als eine geschlechtliche bezeichnet werden muss. Niemand kann läugnen, dass der gegenseitige Austausch der Nucleolussegmente während der Conjugation und die wenigstens sehr wahrscheinliche Thatsache, dass der Wiederaufbau des Nucleus die Folge einer von dem Nucleolus auf die zerfallene Nucleussubstanz ausgehenden Einwirkung ist — die dann als eine Art von Befruchtung aufzufassen wäre —, endlich im Zusammenhang hiermit die eigenthümlichen, auffallend an Spermatozoenbildungen erinnernden Structurveränderungen der Nucleolussubstanz während der Conjugation berechtigen, im Nucleolus ein männliches Geschlechtselement zu sehen, dem gegenüber dann der Nucleus, der sich offenbar mehr passiv verhält, als weibliches Geschlechtselement stehen würde. Ich meine hiermit natürlich nicht, dass ausschliesslich dem Nucleolus die Rolle der Befruchtung zukommt. Insofern man gezwungen ist, unter Befruchtung den Anstoss zu allen infolge der Conjugation eintretenden eigenthümlichen Entwickelungserscheinungen zu verstehen, muss man ohne Zweifel auch dem Protoplasma des Infusorienleibes befruchtende Wirkungen zuschreiben. Denn die ersten, sehr bedeutenden, die Reorganisation einleitenden Processe, wie das Zerfallen der Kerne, die Neubildung des Wimpersystems bei Euplotinen und Oxytrichinen, beginnen schon vor Austausch und Auflösung der Nucleoli und zwar so frühe, dass an einen von den Nucleolis (und auch Nucleis) ausgehenden Einfluss als Ursache nicht füglich gedacht werden darf. Die Function des Nucleolus scheint hauptsächlich in einer »Befruchtung« der zerfallenen Nucleussubstanz zu bestehen: in Folge der Vermischung beider Substanzen reconstruirt sich ein neuer, geschlechtlich nicht differenzirter, also einem gewöhnlichen Zellkern durchaus homologer Nucleus (z. B. die Placenta), der sich später wieder in einen männlichen (Nucleolus) und einen weiblichen Theil (Nucleus) differenzirt.

Wir hätten hier somit den besonders interessanten Fall einer geschlechtlichen Arbeitstheilung — wenn auch nicht einer vollkommenen — innerhalb einer einzigen Zelle. Unzweifelhaft liegt hierin die Berechtigung, die Infusorien, welche neben dem Nucleus noch einen Nucleolus (oder mehrere) besitzen, also die Euplotinen, Oxytrychinen, Paramaecien u. s. w., für Hermaphroditen, ihre Conjugation als eine geschlechtliche Vereinigung zu bezeich-

nen[1]). Nucleus plus Nucleolus sind hier homolog dem gewöhnlichen Zellkern.

Viele Infusorienarten sind dauernd Hermaphroditen, u. a. Stylonychia, Euplotes, Paramaecium: andere nur zeitweise — periodischer Hermaphroditismus —, so Stentor, Spirostomum, Trachelius ovum, bei welchen Arten nach Balbiani zur Zeit der Conjugation die sonst fehlenden Nucleoli, höchst wahrscheinlich[2] durch directe Abschnürung vom Nucleus, entstehen. Mit dem Verschwinden des Nucleolus nach Ablauf der Conjugation kehren diese Thiere in den, für sie normalen, geschlechtslosen Zustand zurück, in welchem also ihr Nucleus einem gewöhnlichen Zellkern vollständig homolog ist.

Wo der Nucleolus zeitlebens vermisst wird, würde man a priori geneigt sein, einen dauernd ungeschlechtlichen Zustand zu unterstellen, den Nucleus also für dauernd homolog dem gewöhnlichen Zellkern zu halten. Ob es Formen unter den Infusorien gibt, von denen dies gilt, kann noch nicht mit völliger Sicherheit gesagt werden, ist aber aus phylogenetischen Gründen wahrscheinlich. Man könnte als Beispiele der Art auch die Vorticellinen anführen wollen, von denen wenigstens die meisten Arten niemals einen Nucleolus zu besitzen scheinen[3]. Offenbar aber tritt auch bei diesen Arten zeitweis eine Differenzirung ein, die als eine geschlechtliche und zwar nicht, wie die bisher behandelten Fälle, als Hermaphroditismus sondern als echter Gonochorismus (Haeckel) betrachtet werden muss.

Die höchste bisher bekannte Form dieser Differenzirung, erblicke ich in der Entwickelung der Mikrogonidien, welche die knospenförmige Conjugation vorbereitet. Die Mikrogonidien benehmen sich offenbar bei der Conjugation physiologisch vollkommen wie männliche Individuen: sie schwärmen frei umher, suchen, finden und

[1]) Beides demnach in ganz anderem Sinne als in welchem zuerst Balbiani diese Ausdrücke gebrauchte.

[2]) Balbiani l. c. Pl. IX. Fig. 18 b. b.

[3]) Balbiani (l. c. pag. 40) gibt an einen Nucleolus bei Epistylis digitalis und grandis, Opercularia nutans, Carchesium polypinum und Cothurnia imberbis gesehen zu haben; ich selbst sah einen durchaus nucleolusartigen Körper bei Epistylis digitalis, flavicans (= grandis Balb.?), Carchesium polypinum und Vorticella nebulifera. Meistens jedoch suchte ich auch bei diesen Arten vergebens. Stein, der ohne Zweifel die meiste Erfahrung auf diesem Gebiet besitzt, vermisste ihn stets (Organismus u. s. w. Zweite Abth. pag. 66). Er kommt also jedenfalls nur sehr selten vor.

wählen, mittelst eines, eigens wie es scheint für diesen Act sich entwickelnden Unterscheidungsvermögens[1]), die festsitzenden, sich ganz passiv — wie Weibchen — verhaltenden Individuen (diese mögen Makrogonidien heissen), mit denen sie sich vereinigen, und geben nun durch diese Vereinigung den Anstoss zu allen weiteren Processen. Der Nucleus des Mikrogonidium kommt, nachdem er sich in kleine Elemente gespalten hat, mit der zerfallenen Masse des Nucleus des Makrogonidiums zusammen, und vermuthlich erst in Folge hiervon findet der Wiederaufbau des Nucleus statt. Es ist somit wahrscheinlich, dass hier der Nucleus des Mikrogonidium mehr die männliche Function des Nucleolus, der des Makrogonids die weibliche des Nucleus der hermaphroditischen Infusorien hat. Gegen die Auffassung des Nucleus des Mikrogonidium als physiologisches Aequivalent des Nucleolus spricht seine Entwickelung durch Abschnürung vom Nucleus nicht, denn auch echte Nucleoli entstehen höchst wahrscheinlich auf dieselbe Weise. Immerhin aber wäre der Nucleus des Mikrogonidium als ein anatomisch viel weniger hoch als der der Paramaecien, Euploten und Oxytrichinen differenzirter Nucleolus aufzufassen, denn sein Bau stimmt, wie es scheint, mit dem des Nucleus überein und erleidet auch während der Conjugation, soviel bekannt, dieselben Veränderungen wie dieser; im Besondern kommt es nicht zur Differenzirung seines Inhalts in faserige oder stäbchenförmige Elemente. — Vielleicht aber ist in diesem Falle die geschlechtliche Differenzirung weniger an den Nucleus als an das Protoplasma gebunden. Die Unterschiede in der Grösse, den psychophysiologischen Fähigkeiten, in der Lebensweise der Mikro- und Makrogonidien lehren wenigstens, dass eine derartige Differenzirung des Protoplasma eingetreten ist. — In jedem Falle dürfen wir behaupten: die Vorticellinen sind für gewöhnlich geschlechtslos (homolog gewöhnlichen Zellen), werden aber zeitweis getrenntgeschlechtlich: Gonochoristen.

Bei den stockbildenden Vorticellinen entwickeln sich die Mikrogonidien durch schnell wiederholte Theilung eines aus einem scheinbar gewöhnlichen Theilungsvorgang hervorgegangenen Individuum. In diesem letzteren Vorgang nun, scheinbar gewöhnlicher Theilung, würde der Act der geschlechtlichen Differenzirung zu suchen sein: jedesmal würden dabei ein weibliches Individuum, das auf dem

[1]) S. oben pag. 583 Text und Anmerk.

Stiel sitzen bleibt und als Oospore durch Theilung weibliche sessile Makrogonidien liefert, und ein männliches entstehen, das als Androspore sich schnell hintereinander in schwärmende Mikrogonidien spaltet. — Bei der Gattung Vorticella würde der Process der Knospenbildung als der Act der geschlechtlichen Differenzirung zu betrachten sein, indem sich hier ein geschlechtlich nicht differenzirtes Individuum in ein kleineres männliches und ein grösseres weibliches spalten würde.

Von höchster Beweiskraft für die Richtigkeit der hier angedeuteten Auffassung ist die bei Epistylis plicatilis von uns gefundene Thatsache, dass die Mikrogonidien sich nur mit solchen Individuen conjugiren, die früher selbst durch Theilung Androsporen geliefert haben, also, aus Oosporen hervorgegangen, die Bedeutung von (weiblichen) Makrogonidien haben. Höchst wahrscheinlich conjugiren sich auch die Knospen von Vorticella nur mit solchen Individuen, die selbst früher Knospen producirt haben und dadurch weiblich geworden sind [1]).

Durch die Verschmelzung des Mikrogonidium mit einem Makrogonidium würde nun ein gewöhnliches geschlechtsloses Individuum regenerirt sein, mit einem dem gewöhnlichen Zellkern durchaus homologen Nucleus. Aus diesem Gesichtspunct der Regeneration zu einem einer vollkommenen Zelle entsprechenden Individuum, erklärt sich morphologisch auch der sonst befremdende Umstand, dass die knospenförmige Conjugation der Vorticellinen eine bleibende, eine totale Verschmelzung ist und nicht mit dem Wiederauseinandergehen der Individuen endigt, wie die Conjugation der hermaphroditischen Infusorien, welche letztere von Anfang an vollständige Zellen sind und auch immer bleiben.

Niedrigere Grade von Gonochorismus, Uebergänge zu der scheinbar aller geschlechtlichen Bedeutung entbehrenden Copulation, die wir bei Stylonychia fanden und die bei anderen, namentlich niederen Protisten sehr verbreitet zu sein scheint, liefern vermuthlich die Fälle, wobei freie oder fixirte Vorticellinen von völlig oder nahezu

---

[1]) Uebrigens dürfte man sich nicht verwundern, wenn hier Ausnahmen vorkämen, ebenso wenig wie es nach unserer Auffassung Wunder nehmen darf, dass zuweilen mehrere Mikrogonidien sich auf demselben Träger fixiren (s. ob. pag. 626). Man darf nicht vergessen, dass man es hier nicht, wie bei den höheren Thieren, mit einer scharf ausgeprägten, vollkommen durchgeführten geschlechtlichen Differenzirung, sondern nur mit niedrigeren, unvollkommenen Graden derselben zu thun hat.

gleicher Grösse und gleichem Bau miteinander verschmelzen. So sah Stein [1] grosse noch auf den Stielen sitzende Exemplare von Vort. microstoma miteinander conjugirt und dabei die Kerne in einem Falle in kleine Segmente zerfallen, in den übrigen zu einem einzigen Nucleus verschmolzen. Aehnlich bei schwärmenden Exemplaren von Vorticella campanula [2]. Syzygien von gleichgrossen Individuen fanden schon Claparède und Lachmann [3] bei Vorticella microstoma, Carchesium polypinum und Epistylis brevipes. Mir fehlen jedoch über diese wie es scheint sehr seltenen Zustände eigene Erfahrungen, desgleichen über die auch hierher gehörigen Uebergänge zwischen Conjugation und Copulation, welche Stein [4] bei den Oxytrichinen annimmt. Ich begnüge mich deshalb damit, auf diese Fälle hingewiesen zu haben, deren näheres Studium für die Phylogenie und Erkenntniss der physiologischen Bedeutung der Geschlechtsverschiedenheiten im Besondern von demselben Interesse zu werden verspricht, wie das Studium der Conjugationserscheinungen der Infusorien überhaupt für die Theorie der geschlechtlichen Processe.

Utrecht, Ende August 1875.

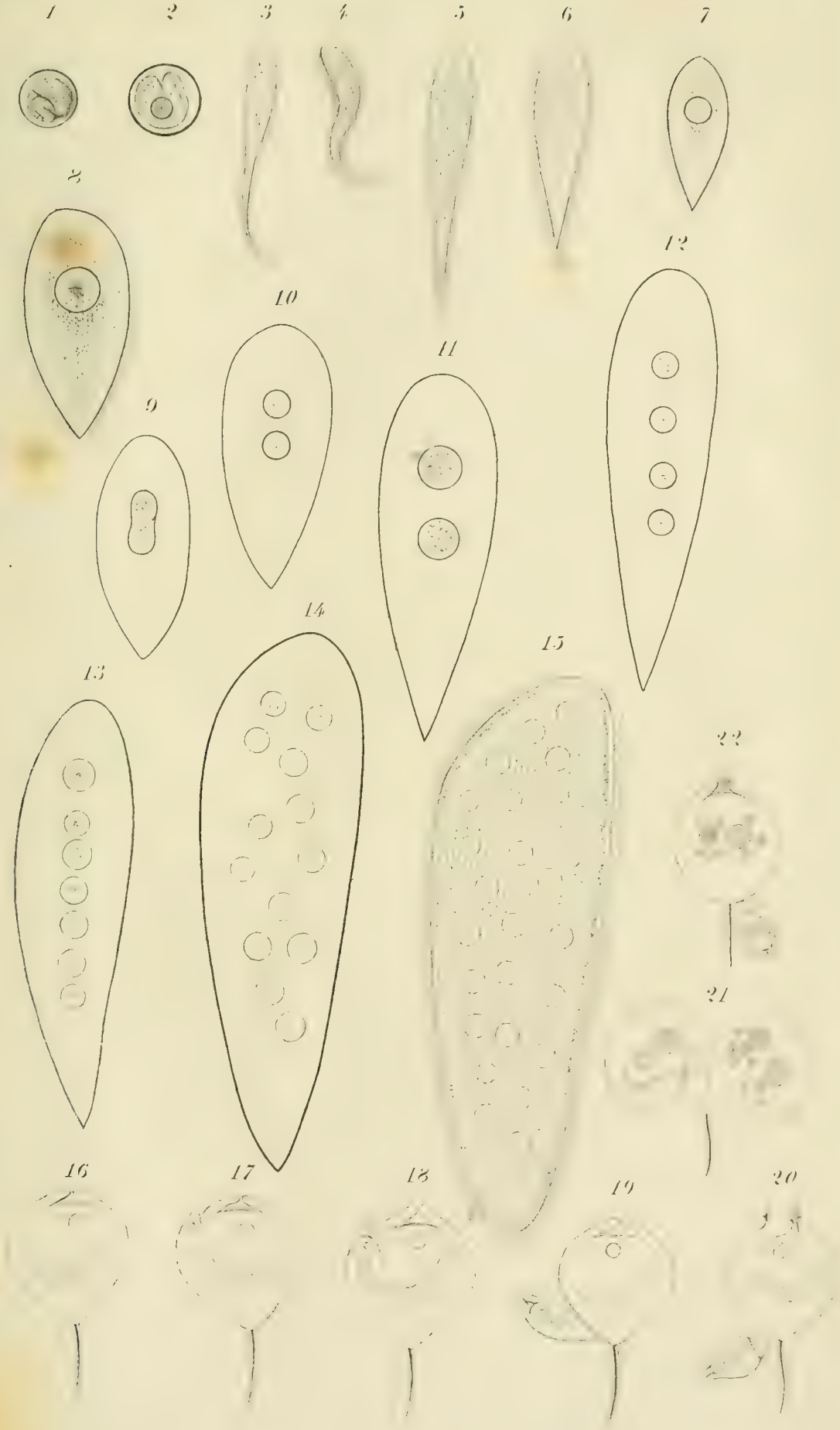
---

[1] Organismus u. s. w. Zweite Abth. pag. 110.

[2] ibid. pag. 114.

[3] Études etc. Vol. II. pag. 299 flg. Pl. XII. Fig. 1—7, pag. 232. Pl. VII. Fig. 8—9., pag. 232, Pl. VIII. Fig. 24—25.

[4] l. c. Zweite Abth. pag. 120.



Th. W. Engelmann del

Th. W. Engelmann del.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XXI.

Alle Figuren sind bei 450maliger Vergrösserung gezeichnet.

Fig. 1—15. Entwickelungsreihe von Opalina ranarum aus dem Darmcanal von Froschlarven. S. den Text. (Fig. 2, 7—14 nach Behandlung mit Essigsäuredämpfen. In Fig. 9—14 sind nur Kerne und Cuticula gezeichnet).

Fig. 16—20. Knospenbildung bei Vorticella microstoma. S. pag. 579. Dasselbe Individuum in verschiedenen aufeinanderfolgenden Zuständen. Nur die Körperform und das Ansehen des Nucleus sind in der Zeichnung genau wiedergegeben. Der gerade, anstatt spiralige Verlauf des Stielmuskels ist ein Versehen des Lithographen.

Fig. 21. Theilung, Fig. 22 echte Knospenbildung bei Vorticella microstoma, sehr kurze Zeit nach Ablauf der knospenförmigen Conjugation. Der Nucleus war noch nicht wieder zur normalen Form regenerirt. S. den Text pag. 596.

Tafel XXII.

Fig. 1—10. Knospenförmige Conjugation und ihre Folgen bei Vorticella microstoma. Vergr. 450 Mal. S. pag. 622 flg.

Fig. 11—19. Knospenförmige Conjugation und ihre Folgen bei Epistylis plicatilis. Vergr. 300 Mal. S. pag. 626 flg. — In Fig. 11—14 sind die Längsmuskeln angedeutet; übrigens sind bei allen Figuren dieser Tafel nur die wesentlichsten, auf den Conjugationsprocess bezüglichen Details dargestellt.

Zur vergleichenden Anatomie der Schultermuskeln.

Von

Max Fürbringer.

III. Theil

(als Fortsetzung der 1873 [Jenaische Zeitschrift f. Medicin und Naturwissenschaft. Band VII. p. 237 f.] und 1874 (Jenaische Zeitschrift f. Naturwissenschaft. Bd. VIII. Neue Folge B. I. p. 175 f.) veröffentlichten Abhandlungen).

Mit Tafel XXIII—XXVII.

Cap. IV.

Saurier und Crocodile.

§. 10.

Brustgürtel, Brustbein und Humerus [1]).

A. Kionokrane Saurier (incl. Hatteria).

(Vergleiche Taf. XXIV Fig. 72 und Taf. XXV Fig. 82.)

Der Brustgürtel und das Brustbein hat bei den kionokranen Sauriern einen ausserordentlichen Grad der Entwicklung, vielleicht

---

[1]) Literatur.

Cuvier, G., Vorlesungen über vergleichende Anatomie, übersetzt von Froriep und Meckel. Leipzig 1809. Bd. I. pag. 188 f., pag. 225 f., pag. 242 f.

Geoffroy St. Hilaire, Philosophie anatomique 1818 (cf. Gegenbaur).

Cuvier, G., Recherches sur les ossemens fossiles. Nouv. éd. Tom. V. Part. 2. Paris 1824. pag. 100 f. (Pl. IV, V) und pag. 289 f. (Pl. XVII).

Meckel, J. F., System der vergleichenden Anatomie. 2. Th. Halle 1824. pag. 434 f., pag. 445 f. — 3. Th. Halle 1828. pag. 158 f., pag. 170 f., pag. 193 f., pag. 211 f.

den höchsten unter allen Wirbelthieren, erlangt. Dieser offenbart sich namentlich in der Ausbildung von secundären Knochentheilen, die

Buttmann, H., De musculis Crocodili. Diss. inaug. Halae 1826. pag. 9 f.
Heusinger, C. F., Untersuchungen über die Extremitäten der Ophidier nebst Bemerkungen über die Extremitätenentwickelung im Allgemeinen. Zeitschr. f. organische Physik. Bd. III. Heft 5. Eisenach 1829. pag. 481 f. (Taf. I—III).
Müller, Joh., Beiträge zur Anatomie und Naturgeschichte der Amphibien. Treviranus' Zeitschrift f. Physiologie. Bd. IV. Heidelberg u. Leipzig 1831. pag. 190.
Cuvier, G., Leçons d'anatomie comparée. 2. éd. p. Duméril. Tom. I. Paris 1835. pag. 252 f., pag. 362 f., pag. 390 f.
Rathke, H., Ueber den Bau und die Entwickelung des Brustbeins der Saurier. Königsberg 1853.
Pfeiffer, H., Zur vergleichenden Anatomie des Schultergerüstes und der Schultermuskeln bei Säugethieren, Vögeln und Amphibien. Giessen 1854. pag. 39 f.
Duméril, A. M. C. et Bibron, G., Erpétologie générale. Atlas. Paris 1854. Pl. IV—VII.
Stannius, H., Handbuch der Zootomie. 2. Aufl. II. 2. Zootomie der Amphibien. Berlin 1856. pag. 24 f., pag. 74 f., pag. 82 f.
Gegenbaur, C., Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere. 2. Heft. Schultergürtel der Wirbelthiere und Brustflosse der Fische. Leipzig 1865. pag. 33 f.
Rathke, H., Untersuchungen über die Entwickelung und den Körperbau der Crocodile. Herausgeg. von W. v. Wittich. Braunschweig 1866. pag. 63 f., pag. 73 f.
Owen, R., Anatomy of Vertebrates. Vol. I. London 1866. pag. 173 f.
Haughton, S., On the Muscular Anatomy of the Crocodile. Proc. of Royal Irish Acad. Vol. IX. Part. III. Dublin 1866. pag. 268 f.
Günther, A., Contribution to the Anatomy of Hatteria (Rhynchocephalus Owen). Phil. Trans. of Roy. Soc. of London 1867. II. pag. 1 f. (Pl. I—III).
Mivart, St. George, Notes on the Myology of Iguana tuberculata. Proc. of the Zool. Soc. of London 1867. pag. 766 f.
Rüdinger, Die Muskeln der vorderen Extremitäten der Reptilien und Vögel. Gekrönte Preisschrift. Haarlem 1868. pag. 7 f., pag. 14 f., pag. 59 f., pag. 98, pag. 101.
Rolleston, G., On the Homologies of certain Muscles connected with the Shoulder-joint. Trans. of Linn. Soc. Vol. XXVI. London 1868. pag. 609 f.
Parker, W. K., Structure and Development of the Shoulder-Girdle and Sternum in the Vertebrata. London 1868. pag. 95 f. (Pl. VIII—XI, XIII).
Haughton, S., On the Muscular Anatomy of the Alligator. Ann. and Mag. of Nat. Hist. IV. ser. vol. I. London 1868. pag. 283 (Pl. X).
Sanders, A., Notes on the Myology of Platydactylus japonicus. Proc. Zool. Soc. of London 1870. pag. 413 f.
Mivart, St. G., On the Myology of Chamaeleon Parsonii. Proc. Zool. Soc. of London 1870. pag. 850 f.

an Formenentwicklung und Selbstständigkeit die homologen Bildungen der übrigen pentadactylen Wirbelthiere übertreffen und ausser der primären Verbindung zwischen Sternum und Coracoid noch eine zweite Verbindung des Brustbeins und Brustgürtels mittelst Episternum und Clavicula herstellen. Andererseits wird durch das Auftreten von echten mit dem Brustbein verbundenen Sternalrippen der Zusammenhang von Rumpf und Brustgürtel vermittelt. Durch Verkümmerung[1] bei einer Anzahl von Gattungen aus den Familien der Chalcidier und Scincoiden kann dieser complicirte Apparat in verschiedenem Grade vereinfacht und aus seiner Verbindung mit dem Rumpfe gelöst werden. Der letztere Process, Reduction der sternalen Theile der Rippen (Sternocostalleisten), geht zuerst vor sich, während meist erst danach eine Verkümmerung an Brustbein und Brustgürtel stattfindet: hierbei verkümmern in der Regel die secundären Skelettheile früher als die primären. In sehr seltenen Fällen (einzelne Exemplare von Acontias meleagris) kann es zu einer vollständigen Reduction des gesammten Apparates kommen.

Der primäre Brustgürtel wird von 2 paarigen Stücken gebildet, die sich auf der Unterseite der Brust wie bei den Urodelen und einzelnen Anuren derart übereinander schieben, dass das rechte unter das linke zu liegen kommt, und die sich an der Seite des Körpers bis nahezu zur Höhe des Rückens erstrecken.

Fürbringer, M., Die Knochen und Muskeln der Extremitäten bei den schlangenähnlichen Sauriern. Leipzig 1870. pag. 7 f.

Leydig, Fr., Die in Deutschland lebenden Arten der Saurier. Tübingen 1872. pag. 35 f., pag. 58 f.

Sanders, A., Notes on the Myology of Liolepis Belli. Proc. Zool. Soc. of London. 1872. pag. 154 f.

Huxley, H. Th., Handbuch der Anatomie der Wirbelthiere, übers. von Fr. Ratzel. Breslau 1873. pag. 29 f., pag. 189 f., pag. 217 f.

Gegenbaur, C., Grundriss der vergleichenden Anatomie. Leipzig 1874. pag. 449 f., pag. 492 f.

Sanders, A., Notes on the Myology of the Phrynosoma coronatum. Proc. Zool. Soc. of London. 1874. pag. 71 f.

Die Abhandlung von Descourtilz (Anatomie comparée du grand Crocodile des Antilles. Paris 1825) konnten wir nicht erlangen.

Die hier gegebene Darstellung des Knochensystems beschränkt sich auf die für die Kenntniss der Muskulatur nöthigsten Angaben; die genaueren Verhältnisse sind nachzusehen bei Gegenbaur und Parker; ersterem sind wir grösstentheils in der Deutung und Benennung der einzelnen Stücke gefolgt.

[1]) Vergleiche hierüber die Angaben von Heusinger, Duméril, Rathke, Stannius und Fürbringer.

Der dorsale Abschnitt, die Scapula (*S*)[1], stellt ein senkrechtes Stück dar, das unten mit oder ohne Grenze mit dem ventralen Abschnitte in Verbindung steht, mit ihm die Gelenkhöhle für den Humerus bildend, und oben beträchtlich verbreitert frei endet. Der untere, schmälere und meistens kleinere Theil ist beim erwachsenen Thiere verknöchert, während der obere grössere (Suprascapulare (*SS*) knorpelig bleibt oder höchstens theilweise verkalkt, ohne aber sonst dem unteren gegenüber irgend welche Selbstständigkeit zu erlangen. Der vordere Rand der Scapula zeigt in wechselnder Höhe, bald im Bereiche des Knorpel- bald im Bereiche des Knochentheils, einen schwach entwickelten Vorsprung (Processus clavicularis s. Acromion) (*A*)[2], mit dem sich das laterale Ende der Clavicula verbindet. Mitunter ist die Scapula, namentlich in ihrem untersten Theile von 1 oder 2 membranös verschlossenen Fenstern[3] durchbrochen[4], die bei grosser Leichtigkeit der Masse eine Oberflächen-

---

[1]) Scapula sämmtlicher Autoren.

[2]) Acromial tuberosity: Günther. — Eine directe Homologie dieses Vorsprungs mit dem Acromion der Säugethiere ist, wie Gegenbaur gezeigt hat, wegen seiner wechselnden Lage nicht anzunehmen; wir haben in ihm den ersten noch nicht definitiv bestimmten Anfang einer acromialen Bildung zu erblicken. Ebenso ist eine Vergleichung des vorderen Randes der Scapula der Saurier mit der Spina scapulae der Säuger nicht erlaubt. Dass aber eine mitunter auf der Aussenfläche der Scapula sich findende Verticalleiste, welche von einzelnen Autoren als Spina scapulae gedeutet wurde, diese bestimmt nicht ist, erhellt vor Allem aus ihrer Beziehung zu den anliegenden Muskeln, wonach sie als einfache Grenzleiste zwischen dem vorderen und hinteren Abschnitte des M. deltoideus scapularis aufzufassen ist.

[3]) Die Bildung von Fenstern (Fontanellen) in der Scapula und im Coracoid ist eine ausserordentlich mannigfache, aber doch an bestimmte Regeln gebundene, wie Gegenbaur nachgewiesen. Das ursprünglichste primäre Fenster, Fenestra coracoidea anterior (*Fe Ca*) (No. 1 Gegenbaur's, Upper coracoid fenestra Parker's) findet sich im vorderen Theile des Coracoids, zwischen eigentlichem Coracoid, Procoracoid und Epicoracoid, und ist der Mehrzahl der Saurier eigen. Weitere Fenster können sich bilden im hinteren Theile des Coracoids, Fenestra coracoidea posterior (*Fe Cp*) (No. 2 Gegenbaur's, Lower coracoid fenestra Parker's), — zwischen Coracoid und Scapula, Fenestra coraco-scapularis (*Fe CS*) (No. 3 Gegenbaur's, Coraco-scapular fenestra Parker's) — und im unteren Theile der Scapula, Fenestra scapularis (No. 4 Gegenbaur's, Scapularfenestra Parker's). Eine bestimmte Anordnung der Fenster nach den verschiedenen Familien der Saurier ist nicht zu erkennen. Bei Verkümmerung des Brustgürtels bei den schlangenähnlichen Sauriern findet sich entweder nur das primäre Fenster, oder der Brustgürtel entbehrt jeder Fensterbildung.

[4]) Huxley unterscheidet in letzterem Falle den oberhalb des oberen Sca-

vergrösserung der Schulter bedingen. Von allen Knochen des Brustgürtels verkümmert die Scapula am spätesten, und zwar vom Suprascapulare her; sie stellt dann meistens ein kleines schmales Knöchelchen dar.

Der untere Abschnitt, das Coracoid (*C*)[1], ist eine in der Regel breite, horizontal liegende Platte, deren lateraler an die Scapula angrenzender Theil nach vorhergegangener Knorpelverkalkung ziemlich spät erst verknöchert, während der mediale stets knorpelig bleibt. Lateral bildet sie mit der Scapula, mit der sie bei jungen Thieren durch Knorpelnaht, bei erwachsenen in der Regel ohne Grenze vereinigt ist, die Gelenkhöhle für den Oberarm, medial lenkt sie mit ihrem hinteren Abschnitte in einen Falz des Sternums ein, während der vordere nach vorn und nach der Mitte zu frei endet, wobei der der rechten Seite sich unter den der linken einschiebt. Bei der überwiegenden Mehrzahl der Saurier zeigt sie in der Mitte ein grosses membranös verschlossenes Fenster, Fenestra coracoidea anterior (*Fe Ca*), das eine Trennung in einen hinteren (Coracoid *C*), vorderen (Procoracoid *Pc*[2]) und medialen Schenkel (Epicoracoid *Ec*[3]) herbeiführt. Doch sind diese Schenkel nicht so selbstständig, wie bei Anuren und Cheloniern. Durch Auftreten von weiteren (secundären) Fensterbildungen (Fenestra coracoidea posterior (*Fe Cp*), F. coracoscapularis (*Fe CS*), F. scapularis) werden diese ursprünglichen Verhältnisse ganz verwischt, so dass sich die Trennung des Coracoids in die erwähnten drei Abschnitte nicht mehr durchführen lässt. Gänzlicher Mangel von Fensterbildungen findet sich bei einer Anzahl schlangenähnlicher Saurier aus den Familien der Chalcidier und Scincoiden und bei Hatteria. Ausser diesen Fensterbildungen zeigt das Coracoid eine weitere für den Durchtritt

pularfensters gelegenen Theil als Scapula, den zwischen beiden Scapularfenstern liegenden Abschnitt als Mesoscapula.

[1]) Von früheren Beobachtern (z. B. Cuvier, Leçons 1. Aufl., Heusinger) als Clavicula gedeutet, später übereinstimmend nach Cuvier's Vorgange (Recherches etc.) als Homologon des Coracoids erkannt.

[2]) Praecoracoid: Parker, Mivart, Sanders etc. — Cuvier (Leçons 2. éd.), dem Pfeiffer folgt, bezeichnet es gemeinsam mit dem Epicoracoid (Gegenbaur's) als Epicoracoid; Geoffroy fasst denselben Theil als episternale Bildung auf. — Huxley bezeichnet den lateral von dem Hauptfenster gelegenen Abschnitt als Praecoracoid, den medial von ihm liegenden Theil als Mesocoracoid.

[3]) Von den englischen Autoren wird vornehmlich der hintere mediale Theil als Epicoracoid bezeichnet.

des N. supracoracoideus und der gleichnamigen Gefässe bestimmte Oeffnung, Foramen coracoideum (*FC*), die in der Regel im Bereiche des Coracoids zwischen dem primären Fenster und der Gelenkhöhle liegt, mitunter aber auch bis zur Grenze zwischen Coracoid und Scapula verrückt sein kann (Scincus). Der Mehrzahl der schlangenähnlichen Saurier geht auch diese Oeffnung ab. — Die Verkümmerung des Coracoids beginnt von der medialen Seite her: bei einer Anzahl schlangenähnlicher Saurier schieben sich deshalb die beiden Coracoide nicht in der Mittellinie über einander, sondern sind von einander entfernt. In Bezug auf seine vollständige Reduction verhält sich das Coracoid wie die Scapula.

Das primäre Brustbein, Sternum (*St*)[1], setzt sich in der Regel aus einem vorderen und hinteren Theile zusammen. Der vordere Theil (*Sta*)[2] bildet eine grosse rhomboidale Platte, deren beide vordere Ränder mit Falzen für die Aufnahme der beiden Coracoide versehen sind, während die beiden hinteren Ränder mit einer verschieden grossen Anzahl von Rippen (1—4) in Verbindung stehen. Der hintere, weit inconstantere, Theil (*Stp*)[3] wird in der Regel durch 2 paarige schmale und lange Fortsätze gebildet, die mit ihrem vorderen Ende meist ligamentös, seltener direct mit der hinteren Spitze des vorderen Theils verbunden sind und mit ihren hinteren lateralwärts divergirenden Enden zu 1—3 Rippen Beziehungen eingehen oder frei enden; seltener (meiste Scincoiden, Ameiva, Plestiodon etc.) wird der hintere Theil durch ein unpaares Stück repräsentirt. Beide Theile können verschiedenartig angeordnete Fensterbildungen darbieten. Bei Einzelnen (Ascalaboten, Hatteria) ist blos die vordere Platte ausgebildet, während die hintere von Rippenbildungen nicht unterschieden werden kann. Bei der Mehrzahl der schlangenähnlichen Saurier wird das Sternum durch Reduction der sternocostalen Leisten ausser Zusammenhang mit den Rippen gesetzt; nur bei wenigen (Ophiodes, Pygopus) persistirt die Verbindung. Von den beiden Abschnitten verkümmert der hintere stets eher als

---

[1]) Hinterer Haupttheil des Brustbeins: Meckel. — Plaque cartilagineuse rhomboïdale du stérnum: Cuvier. — Hinteres oberes Brustbein: Rathke. — Sternum: Mehrzahl der Autoren. — Bezüglich des Details ist Rathke's Abhandlung zu vergleichen.

[2]) Vorderes Stück des hinteren oberen Brustbeins: Rathke. — Sternum (Praesternum): Parker.

[3]) Hinteres Stück des hinteren oberen Brustbeins: Rathke. — Mesosternum und Xiphosternum: Parker, Mivart, Sanders. — Xiphisternum: Huxley.

der vordere, der nur sehr selten Acontias, Typhlosaurus vollkommen zum Schwund kommt.

Der secundäre Brustgürtel, die Clavicula *Cl* [1], stellt eine am vordern Theile des primären Brustgürtels quer gelegene sehr selbstständige Knochenleiste dar, die an ihrem lateralen Ende mit dem Processus clavicularis der Scapula Acromion *A* verbunden ist, medial mit dem secundären Brustbeine, Episternum *Est*, zusammenhängt. Ihre Gestalt, namentlich ihre Breite, zeigt bei den einzelnen Gattungen mannigfache Verschiedenheiten: bald ist sie dünn und rundlich, in ihrer ganzen Ausdehnung gleich dick Mehrzahl der Saurier, bald in ihrem medialen Theile sehr ansehnlich verbreitert und dann auch meist mit Fenster versehen Lacerten, Scincoiden, Ascalaboten etc.; eine sehr grosse Breite in nahezu ihrer ganzen Ausdehnung zeigt sie bei einzelnen Scincoiden Trachysaurus. Die Verbindung mit dem Episternum ist je nach dessen Gestalt eine wechselnde: ist das Episternum T-förmig gestaltet, so legt die dann meist dünne und schmale Clavicula sich in einer ziemlichen Ausdehnung an dessen quere Schenkel an, hat das Episternum die Form eines Kreuzes, so findet die Verbindung entweder nur an der Spitze desselben statt, oder an dieser und an den Enden der Seitenschenkel: im letzteren Falle ist die Clavicula mitunter auch mit kräftigem nach hinten gerichteten Fortsatze für die Verbindung mit den seitlichen Schenkeln versehen Scincoiden, Lacerten. Bei Verkümmerung des Brustgürtels ist die Clavicula persistenter, als das Episternum, durch dessen frühe von vorn beginnende Reduction die Verbindung beider aufgehoben wird Pseudopus, Ophisaurus, Anguis. Ihre Verkümmerung beginnt von der Mittellinie aus, indem der mediane breite Theil sich verschmälert, bei Acontias und Typhlosaurus kommt sie ganz zum Schwund.

Das secundäre Brustbein, das Episternum [2] *Est*, stellt ein verschieden gestaltetes Knochenstück dar, das mit seinem hinteren Ende mit der Unterfläche der vorderen Platte des Sternums fest verwachsen, mit seinem vorderen mit der Clavicula verbunden

---

[1] Früher Furcula Cuvier, Leçons 1 éd., Heusinger etc., genannt, dann nach Cuvier's Vorgange Recherches von sämmtlichen Autoren als Clavicula bezeichnet.

[2] Os grêle du Sternum, Pièce osseuse du Sternum. Cuvier. — Vorderer Haupttheil des Brustbeins: Meckel. — Episternum. Mehrzahl der Autoren. — Vorderes unteres Stück des Brustbeins Rathke. — Interclavicle. Huxley, Parker, Mivart, Sanders.

ist. Bei vollständig ausgebildetem Brustgürtel zeigt es entweder die Gestalt eines T oder die eines Kreuzes; nach Länge und Breite der einzelnen Schenkel lässt sich in beiden Formen eine ausserordentliche Mannigfaltigkeit erkennen[1]). Seine Verkümmerung beginnt zuerst am vorderen, hierauf am hinteren und dann erst an den seitlichen Schenkeln und kann bei vielen schlangenähnlichen Sauriern bis zur vollkommenen Reduction fortschreiten.

Eine von den übrigen kionokranen Sauriern abweichende, zwischen den Bildungen von Varanus und Chamaeleo stehende Anordnung des Brustgürtels bietet Hatteria dar[2]). Der primäre Brustgürtel der einen Seite deckt nicht in der Mittellinie den der anderen Seite, sondern ist von ihm entfernt. Die Scapula verhält sich wie bei den übrigen kionokranen Sauriern, der Pr. clavicularis ist wohl entwickelt, das Coracoid hingegen bildet eine nicht durch Fenster durchbrochene solide Platte, welche Aehnlichkeit mit der der Chamaeleoniden zeigt und im hinteren Theile verknöchert ist, während der vordere und mediale aus Knorpel besteht; das Foramen coracoideum liegt unweit der Grenze der Scapula. Der secundäre Brustgürtel, die Clavicula, ist eine schmale und rundliche Knochenleiste, welche an ihrer ganzen sternalen Hälfte mit den seitlichen Schenkeln des Episternums innig verwachsen ist[3]). Das Sternum stellt eine rhomboidale Platte dar, die hinten abgestutzt ist und nur seitlich mit je 3 Sternocostalleisten articulirt; ein hinterer Theil fehlt. Das Episternum, dem von Varanus sehr ähnlich, ist hinten der Unterfläche des Sternums angewachsen und geht vorn in zwei schlanke seitliche Schenkel über, die in ihrer ganzen Länge mit der Clavicula verwachsen sind.

Der Humerus (*H*) der kionokranen Saurier lässt sich mit dem der Urodelen in Vergleichung bringen, während er von dem einseitig

[1]) Speciellere Angaben s. bei Rathke.

[2]) Hatteria wird bekanntlich von Günther in der Abtheilung der Squamata den Ordnungen der Ophidia und Lacertilia gleichwerthig (als Vertreter der Ordnung der Rhynchocephalia) gegenüber gesetzt und somit von den kionokranen Sauriern (Stannius) weiter entfernt als die Chamaeleoniden und Amphisbaenoiden. Wie sehr auch diese systematische Stellung durch die eigenthümlichen Beziehungen des Quadratbeins, des Unterkiefers, der Wirbel, des Geschlechtssystems etc. gerechtfertigt ist, so zeigt doch der Brustgürtel und das Brustbein soviel Uebereinstimmung mit dem der kionokranen Saurier, dass wir Gelegenheit nehmen, an dieser Stelle die bezüglichen Bildungen zu besprechen.

[3]) Aehnlich dem Verhalten bei den Monotremen.

differenzirten der Anuren sehr verschieden ist. Er stellt einen langen, vorn und hinten verbreiterten, wenig gekrümmten Knochen dar. Am proximalen Ende findet sich der sehr ansehnliche auf das vordere Drittel des Humerus ausgedehnte Processus lateralis (*PL*)[1], der nach aussen und unten gerichtet ist und in der Mitte seine grösste Höhe erreicht. Ihm gegenüber liegt, beschränkt auf das obere Sechstel des Oberarms, der kleinere Processus medialis (*PM*)[2], der am proximalen Theile, also am Rande der Gelenkfläche, am ansehnlichsten entwickelt ist. Zwischen beiden Processus, näher dem Processus medialis liegt eine Rauhigkeit für die Insertion des M. latissimus dorsi. Das distale Ende ist mit seiner Breite im rechten oder einem noch grösseren Winkel gegen den proximalen Theil gedreht und articulirt mit Radius und Ulna; von den die Gelenkflächen begrenzenden Condylen ist der kleinere Condylus radialis s. lateralis (*CR*)[3] meist durch eine scharfe Längsleiste, Crista epicondyloidea lateralis (*CrL*), ausgezeichnet, während der grössere Condylus ulnaris s. medialis (*CU*)[4] einen kräftigen Höcker, Epicondylus ulnaris (*EU*), trägt. — Bei einigen Chalcidiern und Scincoiden verkümmert der Humerus entweder durch Reduction seiner Fortsätze und seiner Grösse überhaupt zu einem schmalen cylindrischen Knochen (Seps) oder er schwindet bis auf ein unansehnliches Rudiment (manche Exemplare von Pseudopus, wo es beiderseitig Duméril et Bibron) oder einseitig Fürbringer) vorhanden sein kann oder er kommt ganz in Wegfall (Mehrzahl der schlangenähnlichen Saurier).

---

[1]) Crête deltoïdale: Cuvier (Recherches). — Unterer oder vorderer Höcker: Meckel. — Tuberculum externum s. majus: Pfeiffer, Fürbringer. — Tuberculum majus, Greater tuberosity: Stannius, Sanders. — Radial crest: Owen. — Laterales unteres Tuberculum: Rüdinger. — Radial tuberosity: Mivart.

[2]) Tubérosité postérieure: Cuvier (Recherches). — Hinterer Höcker: Meckel. — Tuberculum internum s. minus: Pfeiffer, Fürbringer. — Tuberculum minus: Stannius. — Ulnar tuberosity: Mivart. — Inner and lower edge of the head of the Humerus: Sanders.

[3]) Condyle externe s. Epicondyle, äusserer Oberarmknorren, External condyle, Condylus externus s. Epicondylus: Cuvier (Recherches), Meckel, Mivart, Fürbringer. — Condylus extensorius, outer or extensor condyle: Rüdinger, Sanders.

[4]) Condyle interne s. Epitrochlée, innerer Oberarmknorren, Internal condyle, Condylus internus s. Epitrochleus: Cuvier (Recherches), Meckel, Mivart, Fürbringer. — Condylus flexorius, Inner or flexor condyle: Rüdinger, Sanders.

B. Amphisbaenoidea und Chamaeleonida.

Der Brustgürtel und das Brustbein der Amphisbänen und Chamäleonen zeigen eine gewisse Uebereinstimmung mit einander, während sie von den entsprechenden Bildungen der kionokranen Saurier beträchtlich abweichen. Diese Differenz zeigt sich vor Allem in dem Mangel jeglicher secundärer Knochentheile (Clavicula, Episternum) sowie in einer beträchtlich einfacheren Bildung des primären Brustgürtels.

Der dorsale Abschnitt des Brustgürtels, die Scapula, stellt ein ziemlich schmales und verhältnissmässig langes Stück dar, das nur in seinem oberen Theile verbreitert ist. Letzterer (Suprascapulare) hat seine knorpelige Anlage erhalten[1], und ist ca. dreimal kürzer als der untere verknöcherte Abschnitt, der an das Coracoid angrenzt und mit diesem die Gelenkhöhle für den Oberarm bildet. Der ventrale Abschnitt, das Coracoid, repräsentirt eine mehr (Chamaeleo) oder minder schmale (Chirotes) solide Platte, die entweder in ihrer ganzen Totalität verknöchert ist (Chirotes) oder median und vorn einen Knorpelsaum trägt (Chamaeleo) und die mit ihrem ganzen medialen Rande in einen Falz des Sternums eingefügt ist. Vordere und mediale einem Procoracoid und Epicoracoid entsprechende Theile sind nicht nachzuweisen: das Coracoid schneidet zugleich mit dem Sternum vorn ab und ist von dem der Gegenseite durch den vorderen Theil des letzteren getrennt. Das Loch für den N. supracoracoideus liegt bei Chamaeleo in der Grenze von Scapula und Coracoid (Foramen scapulo-coracoideum); bei Chirotes scheint es zu fehlen. — Bei den fusslosen Amphisbänoiden (Amphisbaena, Lepidosternon, Trogonophis) ist der Brustgürtel zu einem kleinen walzen- oder bohnenförmigen querliegenden Knöchelchen verkümmert, das Homologe von coracoidalen und scapularen Rudimenten in sich enthält.

Das Sternum besteht wie bei den kionokranen Sauriern aus einem breiteren vorderen und einem schmäleren hinteren Theile, die bei Chamaeleo nicht deutlich von einander geschieden sind, während bei Chirotes der hintere Theil nicht allein von dem vorderen[2] getrennt, sondern selbst wieder in einen vorderen und hinteren Abschnitt[3] zerfallen ist. Die vordere Platte ist rautenför-

[1] Bei Chirotes gibt Parker eine endostotische Verknöcherung an.
[2] Mesosternum: Parker.
[3] Xiphosternum: Parker.

mig, vorn mit paarigem Falze für die Aufnahme der beiden Coracoide versehen; hinten articulirt sie bei Chamaeleo mit Rippen, während bei Chirotes diese Verbindung fehlt. Bei Ersterem ist die vordere Platte convex nach aussen und concav nach innen, ohne Durchbrechung, bei letzterem eben und mit einem hinteren Fenster und einem vorderen Längsabschnitt versehen; der hintere Theil wird bei Chirotes durch 2 lange paarige Fortsätze[1], bei Chamaeleo durch eine schmale unpaare Mittelplatte repräsentirt, die mit Sternalrippen in Verbindung steht. — Bei den fusslosen Amphisbänen fehlen discrete sternale Bildungen; ob eine an der entsprechenden Stelle befindliche paarige membranöse Ausbreitung ihnen homolog ist, dürfte z. Z. noch nicht zu entscheiden sein.

Der Humerus der Chamaeleonen ist dem der kionokranen Saurier ähnlich gebildet. Er unterscheidet sich von diesem nur durch geringere Ausbildung der Fortsätze, von denen der Processus lateralis auf das proximale Fünftel des Humerus beschränkt und nach unten gerichtet ist. — Ueber den Humerus von Chirotes fehlen genauere Angaben; den übrigen Amphisbänen fehlt jede Spur davon.

C. Crocodile.

(Vergleiche Taf. XXVI. Fig. 93 und Taf. XXVII. Fig. 102.)

Brustgürtel und Brustbein der Crocodile unterscheiden sich von den entsprechenden Bildungen der kionokranen Saurier einmal durch eine theilweise Reduction der secundären Skelettheile (Mangel einer Clavicula), dann durch eine Vereinfachung des primären Brustgürtels, mit der aber zugleich eine bestimmter ausgeprägte Differenzirung einzelner Theile verbunden ist.

Der (primäre) Brustgürtel wird von zwei paarigen Stücken gebildet, die auf der Unterseite der Brust im ganzen Bereiche ihres medialen Randes (also ähnlich wie bei den Chamaeleoniden) mit dem Sternum articuliren, ohne unter einander in directere Beziehung zu treten. Seine beiden Abschnitte, Scapula und Coracoid, sind eine derartige Lageveränderung eingegangen, dass der untere Theil der Scapula mit dem lateralen des Coracoids sich nach vorn geschoben haben und somit auch in sagittaler Richtung mit ihren hinteren Rändern einen Winkel bilden, der etwas grösser als ein rechter

[1] Die Beschreibung ist Parker entnommen; Müller gibt an, dass der hintere Theil unpaar ist.

ist[1]). Damit ist eine Einrichtung angebahnt, die sich noch entwickelter bei den Vögeln vorfindet.

Die Scapula (*S*) stellt eine mässig breite Platte dar, die in der Hauptmasse verknöchert ist, während nur ein kleiner oberer Theil (Suprascapulare (*SS*)) die Knorpelstructur gewahrt hat. Die Verbreiterung nach oben zu ist nur unbedeutend. Am vorderen Rande zeigt sich eine Verdickung, wodurch eine deutlich ausgeprägte Leiste bedingt wird, die als erste Andeutung einer Spina scapulae (*SpS*)[2]) aufzufassen ist. Ein wirkliches Homologon des Acromions fehlt; der von den Autoren so bezeichnete Vorsprung gehört Coracoid und Scapula gemeinsam an und kann deshalb dem Acromion der Säuger nicht direct verglichen werden. Mit ihrem untern Theile ist die Scapula durch Synchondrose mit dem Coracoid verbunden, mit welchem sie zugleich die Pfanne für den Oberarm bildet.

Das Coracoid (*C*)[3]) ist dem hinteren Abschnitte des ventralen Brustgürtels der kionokranen Saurier, dem eigentlichen Coracoid zu vergleichen; Epicoracoid und Procoracoid sind verkümmert bis auf einen ziemlich ansehnlich entwickelten Fortsatz am vorderen Ende, Processus procoracoideus (*PPc*)[4]), der ein Rudiment des Procoracoids repräsentirt; auch hierin zeigt sich grosse Uebereinstimmung mit den Verhältnissen bei den Carinaten. Der hintere mediale Rand ist in einen Falz des Sternums eingelenkt, der vordere verbindet sich mit der Scapula. Ein Foramen coracoideum (*FC*)[5]) liegt unweit der Gelenkhöhle.

Das Sternum (*St*)[6]) besteht wie bei den Sauriern aus einem vorderen und hinteren Stück, die aber nicht von einander getrennt sind, sondern unmittelbar in einander übergehen. Das vordere Stück (*Sta*)[7]) stellt eine fünfeckige ziemlich breite Platte dar, die mit ihrer Unterfläche mit dem Episternum verwachsen ist, und von

---

[1]) Bei Embryonen ist, aus Rathke's Angaben zu schliessen, diese Winkelstellung nicht so ausgeprägt wie bei Erwachsenen.

[2]) Diese bereits von Cuvier gefundene Leiste wurde von Gegenbaur zuerst als Spina scapulae erkannt (d. Nähere s. d. pag. 33). — Rolleston bezeichnet sie als Ridge on scapula, giving origin to deltoid, Haughton als Acromion.

[3]) Früher von Cuvier (Leçons 1. éd.) und Buttmann als Clavicula, später (Cuvier, Recherches) richtig als Coracoid gedeutet.

[4]) Praecoracoid: Parker, Rolleston.

[5]) Coracoid foramen: Rolleston.

[6]) Plaque cartilagineuse rhomboïdale du Sternum: Cuvier. — Hauptstück des Sternums: Rathke.

[7]) Praesternum: Parker.

deren seitlichen Rändern die vorderen mit dem Coracoid, die hinteren mit Sternalrippen meist je 2) verbunden sind. Das hintere Stück (*Stp* [1]) bildet eine schmale aber ziemlich lange unpaare Platte, die seitlich mit (5—7) Rippen verbunden ist und hinten in zwei paarige Schenkel ausläuft.

Das Episternum (*Est*) [2] repräsentirt ein langer schmaler Knochen, der hinten in eine mediane Längsfurche an der Unterfläche des Sternums eingewachsen ist und vorn frei über dasselbe hinausragt. Eine membranöse Ausbreitung, Membrana episternocoracoidea (*MEC*) [3], vermittelt die Verbindung mit dem vorderen Theile des Coracoids.

Der Humerus (*H*) ist bei den Crocodilen relativ länger und mehr S-förmig gekrümmt als bei den Sauriern.

Der Processus lateralis (*PL*) [4] ist an seinem proximalen Theile sehr dünn und scharfkantig, während das distale Ende einen kräftigen Höcker bildet. Der proximale Anfang des Pr. lateralis entspricht dem Tuberculum laterale s. majus. Ein Processus medialis (*PM*) [5] ist nur schwach entwickelt. Von den Condylen bietet der ulnare eine ansehnlichere Entwicklung dar. als der radiale; beide sind mit wenig ausgebildeten Epicondylen versehen.

§. 11.

Nerven für die Schultermuskeln [6].

(Vergleiche Taf. XXIII. Fig. 57—62.)

A. Kionokrane Saurier.

(Fig. 57—60.)

Die Muskeln der Schulter und des Oberarms (mit Ausschluss der vom Zungenbein entspringenden) werden vom N. vago-accessorius und einer wechselnden Anzahl von Spinalnerven versorgt.

---

[1]) Meso- und Xiphosternum: Parker.

[2]) Processus ensiformis: Buttmann. — Xiphosternum: Parker.

[3]) Episternum d. Aut. — Interclavicle: Parker, Rolleston.

[4]) Crête deltoïdale: Cuvier (Recherches). — Tuberculum (unum): Buttmann. — Unterer oder vorderer Höcker, Tuberosité anterieure: Meckel, Cuvier Leçons 2. éd.). — Tuberculum externum s. majus, Greater tuberosity: Rolleston. — Pectoral ridge and Deltoid ridge: Haughton. — Radial crest Owen.

[5]) Hinterer Höcker: Meckel. — Tuberculum minus: Pfeiffer. — Lesser tuberosity: Haughton.

[6]) Literatur:

Bischoff, L. W. Th., Nervi accessorii Willisii anatomia et physiologia. Hei-

Der N. vago-accessorius (V)[1] entspringt mit einer grossen Anzahl (bis 9) oberer Wurzeln[2] von der Medulla oblongata und dem Anfange des Rückenmarks. Die hinteren Wurzeln, die denen des N. accessorius entsprechen, schieben sich in der Regel zwischen die oberen und unteren Wurzeln der zwei ersten Spinalnerven ein. Sämmtliche Wurzeln vereinigen sich zu einem Stamm, der durch das Foramen jugulare tritt und gleich nach seinem Austritte[3] einen fei-

---

delbergae 1832. Accessorius von Crocodilus Alligator, sclerops, Iguana delicatissima, Lacerta ocellata, Amphisbaena alba.)

Vogt, C., Beiträge zur Neurologie der Reptilien. Neufchatel 1840. pag. 30 f. (Kopfnerven einer Anzahl Saurier.)

Müller, J., Vergleichende Neurologie der Myxinoiden. Abhandl. der K. Akademie der Wissenschaften zu Berlin 1840. pag. 49 f. (Kopfnerven von Ameiva Teguixin.)

Bendz, Bidrag til den sammenlignende Anatomie af Nervus glossopharyngeus, vagus, accessorius Willisii og hypoglossus hos Reptilierne. Vid. Sel. naturvid. og math. Afh. X. Deel. Kjöbenhavn 1843. pag. 122 f.. Taf. III—V, VII. (Kopfnerven von Alligator lucius, Lacerta agilis, Chamaeleo africanus, Amphisbaena sp.)

Cuvier, G., Leçons d'anatomie comparée. 2. éd. p. Duméril. Tome III. Paris 1845. p. 264. (Kurze Andeutung der Neurologie von Lacerta und Alligator.)

Fischer, J. G., Die Gehirnnerven der Saurier. Hamburg 1852 (Ausgezeichnet genaue Beschreibung der Kopfnerven einer grossen Anzahl von Sauriern und Crocodilen.)

Stannius, H., a. a. O. pag. 151 f. (Kopfnerven der Saurier.)

Owen, R., a. a. O. pag. 312 (nur einzelne Notizen enthaltend).

Zur eigenen Untersuchung dienten Platydactylus aegyptiacus, Trachydosaurus rugosus, Seps tridactylus, Pseudopus Pallasii, Lacerta ocellata, Salvator Merianae, Uromastix spinipes, Phrynosoma Harlanii, Iguana tuberculata, Varanus niloticus, — Amphisbaena alba, Chamaeleo vulgaris, — Alligator lucius, Crocodilus acutus.

[1]) Die hier mitgetheilten Angaben sind zum Theil Fischer's trefflicher Abhandlung entlehnt. — Eine Abtrennung des N. accessorius vom N. vagus erscheint mir auch hier (wie überhaupt bei allen Wirbelthieren nicht genügend begründet. Beide entspringen mit einer Anzahl Wurzeln, zwischen denen keine natürliche Grenze aufgefunden werden kann, beide treten durch ein Loch des Schädels und sind hierbei sogar von derselben Bindegewebsscheide umschlossen. Der N. accessorius verhält sich zum N. vago-accessorius wie ein von ihm früher oder später entspringender Ast. Eben diese Verschiedenheit der früheren oder späteren Abzweigung (selbst bei nächstverwandten Thieren) gibt ihm nur die Eigenschaft eines variabeln Astes, nicht aber die eines definitiv differenzirten, selbstständigen Hirnnerven.

[2]) Mitunter treten zu diesen oberen Wurzeln auch einige untere hinzu. Diese sind, wie Fischer nachweist, nur mit dem Vagus verbundene Elemente des Hypoglossus.

[3]) Bei Salvator tritt der Accessorius Willisii getrennt vom Vagus aus dem Foramen jugulare (Fischer).

nen Ast, den R. accessorius externus (α)[1] abgibt, der sich im vorderen Theile der unteren Hälfte des M. capiti-cleido-episternalis (Episterno-cleido-mastoideus) verzweigt, wobei er in der Regel mit vorderen Spinalnerven Anastomosen eingeht und bis zum 4. oder 5. Spinalnerven zu verfolgen ist.

Von den Spinalnerven[2] sind der 3. bis 9. resp. 10.) von Bedeutung für die Schultermuskeln, wobei unter den verschiedenen kionokranen Sauriern mehrfache Differenzen vorkommen; namentlich zeigen die fusslosen Saurier beträchtliche Abweichungen. Die 4—5 letzten vereinigen sich bei den typischen Sauriern zum Plexus brachialis[3]; und zwar fand ich eine Zusammensetzung desselben durch den 5. bis 9. Spinalnerven (also durch 5 Wurzeln) bei Platydactylus aegyptiacus, durch den 6. bis 9. Spinalnerven bei Trachysaurus rugosus, Lacerta ocellata, Uromastix spinipes und Phrynosoma cornutum[4], durch den 7. bis 10. Spinalnerven bei Varanus

---

[1]) Ramus externus n. accessorii: Bischoff, Vogt, Fischer. — Nach Bischoff und Vogt versorgt er die Muskeln des Halses (ohne dass nähere Bestimmungen gemacht werden). Erst Fischer hat seine Verbreitung in der richtigen Weise präcisirt. Letzterer vermisste ihn bei Agama spinosa.

[2]) Die bezüglichen Spinalnerven sind bei den untersuchten kionokranen Sauriern sämmtlich Cervicalnerven. Cuvier (Leçons etc. Tome 1. pag. 220 f.) gibt eine wahrscheinlich zum Theil nach mangelhaften Skeleten verfertigte und darum nicht allenthalben zuverlässige Tabelle der Wirbelzahlen der Reptilien. Er unterscheidet darin die Cervicalwirbel von den Dorsalwirbeln durch den Mangel an beweglichen Rippen, während er unter letzteren sämmtliche rippentragenden Wirbel zusammenfasst, gleichviel ob diese mit dem Sternum verbunden sind oder nicht. Bei diesem Verfahren (das aber z. B. hinsichtlich der Crocodile nicht einmal consequent durchgeführt wird) erhält er eine Anzahl von Halswirbeln, die zwischen 2 und 6 (resp. 7: Crocodil) schwankt, also einen Zahlenwechsel, der allzu beträchtlich ist, um auf natürlichen Eintheilungsgründen zu beruhen. Vereinigt man dagegen unter Cervicalwirbeln alle die ersten Wirbel der Wirbelsäule, die nicht zu dem Sternum in Beziehung stehen, gleichgiltig ob sie Rippen tragen oder nicht, so zeigt sich nur eine sehr geringe Schwankung, indem dann den kionokranen Sauriern in der Regel 8 (selten 9: Varanus) Halswirbel, resp. 9 (10) Halsnerven zukommen. Ich werde demgemäss hier und bei sämmtlichen anderen Vertebraten als Cervicalnerven alle diejenigen unterscheiden, welche vor dem Wirbel heraustreten, dessen Rippe sich als die erste mit dem Sternum vereinigt.

[3]) Nach Cuvier setzt sich der Plexus brachialis von Lacerta viridis aus den 2 letzten Cervical- und den 2 ersten Dorsalnerven zusammen, d. i. übersetzt in meine Nervenzahlen aus dem 3. bis 6. Spinalnerven (vergl. die Tafel in den Leçons I. pag. 221), eine Angabe, die sicherlich falsch ist.

[4]) Bei Iguana tuberculata wurde die Wurzel aus dem 6. Spinalnerven vermisst, wahrscheinlich wegen schlechten Erhaltungszustandes des betreffenden Exemplars.

niloticus. Von diesen Wurzeln sind die durch den 7. und 8. Spinalnerven gebildeten die stärksten, während die von dem 9., demnächst die von dem 6. und endlich die von dem 5. Spinalnerv abstammenden Wurzeln die schwächeren sind; bei Varanus folgen der Reihe nach erst der 8. und 9., dann der 7. und endlich der 10. Spinalnerv.

Ventraler Ast des N. spinalis III. (*III*). Er vertheilt sich mit seiner Hauptmasse in der hypaxonischen und ventralen Muskulatur des betreffenden Halsmetamers, sowie in dem M. sphincter colli und der Haut des Halses. Ausserdem gibt er drei feine für die Schultermuskulatur bestimmte Zweige ab. Der erste vereinigt sich mit dem R. accessorius externus n. vago-accessorii und geht gemeinsam mit ihm zum M. episterno-cleido-mastoideus, der zweite vertheilt sich ebenfalls in diesem Muskel, der dritte, N. thoracicus superior III. (2), geht zum M. collo-scapularis. Die beiden ersten Aeste entsprechen zum Theil dem N. thoracicus anterior der Chelonier[1]) und mögen auch hier diese Bezeichnung führen (N. thoracicus anterior III. (1^a)).

Ventraler Ast des N. spinalis IV. (*IV*). Verhält sich ähnlich wie der vorhergehende Nerv. Mit der Hauptmasse verzweigt er sich in der Muskulatur und der Haut des betreffenden Abschnittes des Halses, während einzelne feine Aeste zu den Mm. episterno-cleido-mastoideus und cucullaris (N. thoracicus anterior IV. (2^a)) und den Mm. collo-scapularis superficialis und profundus (N. thoracicus superior IV. (2^b)) gehen, wo sie sich vertheilen. Die an die beiden letzten Muskeln gehenden Zweige wenden sich gleich nach oben, wobei sie dem M. scalenus superior (posticus d. Aut.) dicht anliegen oder ihn auch mit kleinen für die tieferen Muskelpartien bestimmten Nebenzweigen durchsetzen.

Ventraler Ast des N. spinalis V. (*V*). Entsprechend dem vorhergenden vertheilt er sich in der hypaxonischen und ventralen Muskulatur, sowie in dem M. sphincter colli und der Haut des Halses (3) und gibt kleine Aeste, N. thoracicus superior V. (4) und N. thoracicus anterior V. (3^a)[2]) an die Mm. collo-scapularis, epi-

---

[1]) Siehe diese Abhandlung 2. Theil (Jenaische Zeitschrift Band VIII. pag. 231).

[2]) Unter der Bezeichnung Nn. thoracici anteriores verstehe ich Nerven, welche die nicht vom N. vago-accessorius versorgten Theile der Mm. episterno-cleido-mastoideus und cucullaris innerviren. Sie fehlen den Amphibien, haben aber ein incompletes Homologon in dem N. thoracicus anterior der Che-

sterno-cleido-mastoideus und cucullaris ab. — Bei Platydactylus geht ein sehr dünnes Fädchen in den Plexus brachialis ein und bildet mit N. spinalis VI. die Ansa cervicalis V.

Ventraler Ast der N. spinalis VI. (*VI*). Er geht in der Regel mit Ausnahme von Varanus [1] in die Bildung des Plexus brachialis ein und ist, abgesehen von Platydactylus, dessen schwächster Ast; bei letzterem übertrifft er das vom 5. Spinalnerv abgegebene feine Fädchen beträchtlich an Stärke. Bevor er in den Plexus brachialis eintritt, gibt er einzelne Aeste an die hypaxonische und in der Regel an die ventrale Rumpfmuskulatur 6) [2], sowie einige constante Zweige für M. levator scapulae und serratus, Nn. thoracici superiores VI. (7. [3]), ab und verbindet sich hierauf entweder (Platydactylus) zuerst mit dem vom N. spinalis V. abgegebenen feinen Aestchen zur Ansa cervicalis V. und dann mit N. spinalis VII. zur Ansa cervicalis V. + VI.), oder (meiste typische Saurier ausser Varanus) er vereinigt sich sogleich mit letzterem Nerven zur Ansa spinalis VI.

Ventraler Ast des N. spinalis VII. (*VII*). Bei Varanus der erste, bei den andern Sauriern [4]) der zweite resp. dritte Nerv der in die Bildung des Plexus brachialis eingeht; bei ersterem ist er der drittstärkste Ast des Plexus, während er bei den übrigen die von N. spinalis VIII. abgegebene (stärkste) Wurzel nahezu (Iguana, Platydactylus, Trachysaurus oder ganz (Lacerta, Uromastix) erreicht. Er gibt gleich nach seinem Austritte aus dem Foramen intervertebrale und seiner Abzweigung vom dorsalen Ast ein kleines Aestchen an die hypaxonische Rumpfmuskulatur ab und verläuft hierauf zwischen dieser und Thoraxwand, sodann längs letzterer lateralwärts und nach unten. Während dieses Verlaufs entsendet er einzelne Aeste an die Bauch- (Intercostal-) Muskulatur 10) und einen (abgesehen von Varanus) constanten mittelstarken N. thoracicus supe-

---

lonier (vergl. 2. Th. dieser Abhandlung. Jenaische Zeitschrift Bd. VIII. pag. 231). Die nähere Besprechung dieser Nerven siehe übrigens weiter unten bei Besprechung der von ihnen innervirten Muskeln.

[1]) Ich sehe hierbei von Iguana ab, bei welcher der Nerv, wie schon erwähnt, wahrscheinlich blos übersehen wurde.

[2]) Bei Platydactylus fehlen letztere Aeste.

[3]) Bei Platydactylus verzweigt sich der N. thoracicus superior VI im M. serratus aber nicht mehr im M. collo-scapularis, dessen Innervationsgebiet mit dem N. thoracicus superior V. abschliesst.

[4]) Abgesehen von Iguana (?).

rior VII. (9), der sich im hinteren Theile oder der ganzen Masse des M. serratus verbreitet, und verbindet sich erst mit N. spinalis VI. zur Ansa spinalis VI., dann mit N. spinalis VIII. zur Ansa spinalis (VI. + VII.); bei Varanus fehlt die erstere Verbindung. Die Bildung der Ansa spinalis VI. kann entweder nach Abgabe des N. thoracicus superior VII. (Platydactylus), oder gleichzeitig mit ihr (Uromastix) oder vorher (Lacerta, Salvator) stattfinden. Die Bildung der Ansa cervicalis (VI. + VII.) wird dadurch vermittelt, dass der für den Plexus bestimmte Ast des N. spinalis VII. resp. VI. + VII. sich vor der Verbindung mit N. spinalis VIII. früher (meiste Saurier) oder später (Varanus) in einen R. inferior und R. superior theilt. Der R. inferior verbindet sich entweder sofort (Varanus mit einem Aestchen des N. spinalis VIII. zur Ansa spinalis inferior VII. und gibt dann die Nn. supracoracoideus und thoracicus inferior (sterno-coracoideus ab, oder übrige Saurier er entsendet zuerst die beiden genannten Nerven, die entweder gemeinsam und in diesem Falle auch zugleich mit dem R. superior bei Iguana) oder successive erst der N. supracoracoideus, dann der N. thoracicus inferior bei Platydactylus, Trachysaurus, Lacerta, Salvator[1]) und Uromastix abgehen können, und verbindet sich erst dann entweder mit N. spinalis VIII. (Lacerta) oder mit den vereinigten Nn. spinales VIII. und IX. (Iguana, Phrynosoma, Uromastix, Platydactylus) zur Ansa spinalis inferior VII.; bei Lacerta liegt also diese Ansa medialer als die Ansa spinalis VIII., bei den übrigen lateraler. Der R. superior verhält sich bei den verschiedenen Sauriern verschieden. Bei Platydactylus theilt er sich sogleich nach der Abzweigung von dem R. inferior in 5 Aeste, deren erster N. subscapularis (29), den M. subcoracoscapularis versorgt, deren zweiter (N. dorsalis scapulae 30) zum gleichnamigen Muskel geht und deren dritter 36 für M. anconaeus und M. scapulo-humeralis profundus bestimmt ist, während der vierte mit den vereinigten Rr. superiores N. spinalis VIII. und IX. die Ansa spinalis superior VII. bildet, aus welcher der N. brachialis longus superior s. radialis

[1]) Bei Salvator bietet der N. thoracicus inferior eine grössere Complication dar, indem der neben dem N. supracoracoideus abgehende Ast sich in zwei Zweige spaltet, deren vorderer sich direct zu den Mm. sterno-coracoidei interni sublimis und profundus begibt, während der hintere erst nach Vereinigung mit einem vom N. spinalis VIII. abgegebenen Zweige zu dem M. sternocosto-scapularis geht. Möglicher Weise existirt der von N. spinalis VIII. abgegebene Zweig auch bei den andern Sauriern, wurde aber bei ihnen übersehen.

(37 + 38) hervorgeht, und der fünfte sich sogleich wieder in 2 Zweige (Nn. latissimi dorsi (34), theilt, deren erster direct zum gleichnamigen Muskel verläuft, während der letztere sich vorher erst mit einem von N. spinalis VIII. abgegebenen Zweige vereinigt. Bei Lacerta spaltet sich der R. superior erst in einiger Entfernung von der Theilungsstelle in 3 Aeste, deren erster der N. subscapularis ist, deren zweiter sich in einen zweiten viel feineren N. subscapularis und in den N. dorsalis scapulae theilt und deren dritter, nachdem er einen feinen N. latissimus dorsi abgegeben, mit N. spinalis VIII. die Ansa spinalis (VI. + VII.) bildet, von der aus sogleich ein für M. anconaeus und M. scapulo-humeralis profundus bestimmter Zweig (N. anconaeus) abgeht, während die Hauptmasse sich mit N. spinalis IX. zur Ansa spinalis superior VIII. verbindet, aus welcher Verbindung der N. brachialis longus superior resultirt. Bei Salvator gibt der R. superior zuerst den N. subscapularis ab und theilt sich hierauf sofort in zwei Aeste, deren stärkerer vorderer den N. dorsalis scapulae repräsentirt, während der schwächere hintere sich wiederum nach kurzem Verlaufe spaltet. Der erste so entstandene Zweig ist ein vorderer N. latissimus dorsi, der zweite geht wiederum eine neue Theilung in zwei Zweige ein, deren vorderer sich mit einem vom R. superior VI. abgegebenen Aste zu dem N. anconaeus verbindet, während der hintere direct zu dem R. superior VIII. geht und mit ihm die Ansa spinalis superior (VI. + VII.) bildet. Bei Uromastix gibt der R. superior zunächst den N. subscapularis (29) und den N. dorsalis scapulae (30) ab und theilt sich dann in zwei Zweige, deren proximaler nach Abzweigung eines feinen Aestchens für den M. scapulo-humeralis profundus (36ª) mit den vereinigten Nn. spinalis VIII. und IX. die Ansa spinalis superior (VI. + VII.) bildet, von der aus ein Muskelast für den M. anconaeus (36) und der N. brachialis longus superior (37 + 38) abgehen, während der distale Zweig sich mit einem vom R. superior n. spinalis VIII. abgegebenen Aestchen zu dem N. latissimus dorsi (34) verbindet. Bei Iguana verläuft der R. superior zuerst gemeinsam mit den vereinigten Nn. supracoracoideus und sterno-coracoideus und gibt hierbei nach kurzem Verlaufe einen kräftigen Ast ab, der sich in die Nn. subscapularis und dorsalis scapulae spaltet, während der übrigbleibende, bei Weitem kleinere Theil sich erst später von den genannten vereinigten Nerven abzweigt und nun nach ziemlich langem Verlaufe und nach Abgabe des N. anconaeus sich mit den

vereinigten Rr. superiores n. spinalis VIII. und IX. zur Ansa spinalis superior VII. verbindet, von der aus der N. brachialis longus superior ausgeht. Bei Varanus geht der R. superior sehr früh Verbindungen mit den entsprechenden Theilen der Nn. spinales VIII. und IX. ein und gibt erst nach dieser Ansenbildung die auch vom R. superior n. spinalis VIII. mitgebildeten Nn. subscapularis und dorsalis scapulae ab.

Ventraler Ast des N. spinalis VIII. (*VIII*). Er bildet bei der Mehrzahl der kionokranen Saurier die kräftigste Wurzel des Plexus brachialis und wird nur bei Varanus um Weniges von dem ventralen Aste des N. spinalis IX. an Dicke übertroffen. Er gibt zunächst kleine Aeste an die hypaxonische Rumpfmuskulatur und die Bauch- (Intercostal-) Muskeln (11), sowie bei Varanus einen N. thoracicus superior VIII. für den M. serratus ab, wobei er erst bedeckt von der hypaxonischen Rumpfmuskulatur, dann z. Th. unter dem M. transversus abdominis an der inneren Thoraxwand verläuft. Hierauf verbindet er sich entweder ohne weiteres mit dem N. spinalis IX. zur Ansa spinalis VIII. (Platydactylus, Uromastix, Iguana), die also in diesem Falle proximaler sich bildet als die Aa. spinales VII., oder er theilt sich zuerst in einen R. inferior und superior (Lacerta, Salvator, Varanus), die ihrerseits erst dann mit den Nn. spinales VII. und IX. die Aa. spinales inferiores und superiores VII. und VIII. eingehen. Im ersteren Falle (Platydactylus, Uromastix, Iguana) theilt sich erst nach Bildung der Ansa spinalis VIII. der vereinigte Stamm der Nn. spinales VIII. und IX. in einen R. inferior und superior, welche Theilung sofort nach der Ansenbildung (Platydactylus) oder erst später (Uromastix, Iguana) stattfindet. Der R. inferior vereinigt sich dann nach längerem (Platydactylus) oder kürzerem Verlaufe (Uromastix, Iguana) mit dem R. inferior n. spinalis VII. zur Ansa spinalis inferior VII.; die sowohl hieraus hervorgehenden als auch direct vom R. inferior n. spinalis (VIII. + IX.) kommenden Endäste sind die Nn. brachialis longus inferior incl. pectoralis und coraco-brachiales (incl. coraco-antebrachialis; letztere zweigen sich in der Regel etwas später ab als der N. pectoralis, der wahrscheinlich (bei Platydactylus sicher) keine Elemente vom N. spinalis VII. empfängt. Der R. superior gibt entweder sofort resp. nach kurzem Verlaufe (Platydactylus, Iguana) zwei Zweige, die direct zum M. latissimus dorsi verlaufen (Iguana), oder einen Zweig ab, der sich mit einem vom R. superior n. spinalis VII. abgegebenen Aestchen zum N.

latissimus dorsi (34) verbindet (Platydactylus), und vereinigt sich erst weit distaler mit dem R. superior n. spinalis VII. zur Ansa spinalis superior VII., oder (Uromastix) er geht gleichzeitig mit der Abgabe eines N. latissimus dorsi (34), der mit dem einen Zweig direct zum gleichnamigen Muskel verläuft, mit dem andern sich erst mit einem vom N. spinalis VII. kommenden N. latissimus dorsi verbindet, die Bildung der Ansa spinalis superior VII. ein. Im zweiten Falle (Lacerta, Salvator, Varanus) theilt sich der N. spinalis VIII. zuerst in einen R. inferior und superior. Der R. inferior verhält sich bei Lacerta und Salvator abweichend von Varanus. Bei Lacerta und Salvator bildet er bald nach der Abzweigung vom R. superior[1]) mit dem R. inferior n. spinalis VII. die Ansa spinalis inferior VII., aus der ein Stamm entsteht, der mit dem R. inferior n. spinalis IX. eine neue Ansenbildung (Ansa spinalis inferior (VII. + VIII.)) eingeht, als deren Fortsetzung die Nn. brachialis longus inferior mit pectoralis und coraco-brachialis (incl. coraco-antebrachialis) resultiren. Bei Varanus gibt er gleichzeitig mit der Abzweigung vom R. superior einen kleinen Ast zur Bildung der Ansa spinalis inferior VII. ab, aus der die Nn. supracoracoideus und sterno-coracoideus hervorgehen, während der Haupttheil sich mit dem R. inferior n. spinalis IX. zur Ansa spinalis inferior VIII. verbindet, die sich in den N. brachialis longus inferior, pectoralis und coraco-brachialis fortsetzt. Der R. superior gibt entweder (Lacerta, Salvator) zuerst einen N. latissimus dorsi ab, bildet dann mit dem R. superior n. spinalis VII. die Ansa spinalis superior (VI. + VII.) und hierauf nach Abgabe einer Wurzel für die vereinigten Nn. scapulo-humeralis profundus und anconaeus (Salvator) oder des ganzen vereinigten N. scapulo humeralis profundus und anconaeus eine neue Ansa (A. spinalis superior (VII. + VIII.)), aus der der N. brachialis longus superior hervorgeht, oder (Varanus) er vereinigt sich sofort mit den Rr. superiores n. spinalis VII. und IX. zur Ansa spinalis superior (VII. + VIII.), die sich in die Nn. subscapularis, deltoideus, latissimus dorsi und brachialis longus superior fortsetzt.

Ventraler Ast des N. spinalis IX (*IX*). Bei Varanus der stärkste und vorletzte Ast des Plexus brachialis, bei den übrigen typischen Sauriern der letzte Ast und an Dicke hinter dem 7. und

---

[1]) Bei Salvator gibt er gleichzeitig damit einen feinen Zweig ab, der sich mit einem Zweige des N. spinalis VII. zu dem N. sternocosto-scapularis verbindet; bei Lacerta wurde der Ast vielleicht nur übersehen.

8. Spinalnerv zurückstehend. Bei der Mehrzahl der Saurier mit Ausnahme von Varanus) vereinigt er sich nach Abgabe von Aesten für die Muskeln und die Haut des Bauches (Thoraxwand) (11[b]) entweder ohne weiteres mit dem ganzen ventralen Aste des N. spinalis VIII. zur Ansa spinalis VIII. (Platydactylus, Uromastix, Iguana) oder er trennt sich in einen stärkeren R. inferior und einen schwächeren R. superior, die sich, der erstere am Trennungspuncte, der letztere erst später, mit den entsprechenden Aesten des N. spinalis VIII. zu den Aa. spinales inferior VIII. und superior VIII. verbinden (Lacerta, Salvator). Vor Bildung der Ansa spinalis VIII. zweigt sich bei Platydactylus der N. cutaneus brachii et antebrachii medialis (25 + 42) ab, während bei den übrigen Sauriern dieser Nerv erst nach Ausbildung der am meisten distalen Ansa spinalis inferior (VII. + VIII.) abgegeben wird, und zwar findet diese Abgabe in doppelter Weise statt: entweder Uromastix) zweigen sich 2 getrennte Nerven ab, deren proximaler (N. cutaneus brachii medialis (42) [1]) gleich neben dem N. pectoralis sich vom Hauptstamm ablöst, während der distale (N. cutaneus antebrachii medialis (25) erst später sich vom N. brachialis longus inferior abtrennt, oder (Lacerta, Salvator, Iguana) der Nerv geht in einer gewissen Entfernung distal von den Nn. pectoralis und coraco-brachialis von dem N. brachialis longus inferior ab. Bei Varanus vereinigt sich der N. spinalis IX. erst mit dem N. spinalis X. zur Ansa spinalis IX., gibt hierauf den N. thoracicus superior IX. für den hinteren Theil des M. serratus ab und theilt sich dann in einen stärkeren R. inferior und einen schwächeren R. superior: ersterer verbindet sich mit dem R. inferior n. spinalis VIII. zur Ansa spinalis inferior VIII., letzterer mit den Rr. superiores n. spinalis VII. und VIII. zur Ansa spinalis superior (VII. + VIII.).

Ventraler Ast des N. spinalis X. Nur bei Varanus betheiligt sich der N. spinalis X. an der Bildung des Plexus brachialis, indem er nach Abgabe von Aesten für die Muskulatur und Haut des Bauches (resp. der Thoraxwand) als feinste Wurzel des Plexus sich mit N. spinalis IX. zur Ansa spinalis IX. verbindet.

Das nähere Verhalten der aus dem Plexus brachialis hervorgehenden Endäste (abgesehen von den bereits näher beschriebenen

---

[1]) Die Verbreitung dieses Zweiges konnte nicht mit vollkommener Sicherheit eruirt werden, da bei 2 untersuchten Exemplaren dieser sehr feine Nerv nicht genügend conservirt war.

Nn. thoracici anteriores (3^a, 6) und superiores (4, 7, 9) ist folgendes:

A. Nn. brachiales und thoracici inferiores:

a) N. supracoracoideus (12). Ziemlich starker in der Regel aus der A. spinalis inferior VI., seltener aus der A. spinalis inferior (V. + VI.) (Platydactylus) oder VII. (Varanus) hervorgehender Nerv, der also entweder aus Elementen der Nn. spinales V. + VI. + VII. (Platydactylus), oder VI. + VII. (Trachydosaurus, Lacerta, Salvator, Uromastix[1]) oder VII. + VIII. (Varanus) zusammengesetzt wird. Er wendet sich noch unter dem zwischen Sternum und Scapula an der Innenseite des Brustgürtels ausgespannten Ligamentum sterno-scapulare internum und dem M. subcoracoideus lateralwärts, wobei er direct der Innenfläche des Coracoids aufliegt, und geht nach vorn zum Foramen coracoideum, durch das er nach aussen tritt, wobei er sich in zwei Aeste theilt. Der stärkere Ast (13 + 14) versorgt den M. supracoracoideus; der schwächere (15) durchbricht diesen Muskel und geht dann zwischen den Mm. cleido-humeralis und pectoralis zur Haut der Vorderbrust.

Der Nerv ist ein Homologon des gleichnamigen der Chelonier. Entsprechend der einfacheren Bildung des M. supracoracoideus der Saurier existirt anstatt der zwei Muskeläste der Chelonier hier nur einer, der aber auch sofort sich wieder theilt: der Hautast entspricht vollkommen dem von Emys und Testudo.

b) N. thoracicus inferior s. sterno-coracoideus (10^a). Ein (oder zwei) zarter Nerv, der entweder von N. spinalis VI. + VII. (Platydactylus) oder von VII. (Lacerta, Uromastix) oder von VII. + VIII. (Salvator, Varanus) gebildet wird. Bei Iguana ist er in seinem ersten Verlaufe mit dem N. supracoracoideus verbunden, bei den Andern (ausser Varanus) zweigt er sich von dem zur Bildung der A. spinalis inferior VII. nach hinten gehenden R. inferior n. spinalis VII. ab. Er verläuft in schräger Richtung nach hinten und lateralwärts und vertheilt sich in den Mm. sternocosto-scapularis und sterno-coracoideus internus sublimis und profundus. Bei Lacerta und Salvator theilt er sich sofort in 2 Aeste, von denen der erste direct zu den Mm. sternocoracoidei interni geht, während der zweite (bei Salvator noch

[1]) Wahrscheinlich gehört auch Iguana hierher.

durch einen Ast des N. spinalis VIII. verstärkte) zu dem M. sterno-costo-scapularis verläuft. Bei Trachysaurus ist er durch 2 getrennte Nerven vertreten, deren erster lediglich vom N. spinalis VII. kommender sich in den Mm. sternocoracoidei vertheilt, während der zweite von der Ansa spinalis inferior VII. seinen Ausgang nehmende den M. sternocosto-scapularis innervirt.

Der N. thoracicus inferior ist ein incompletes Homologon des gleichnamigen Nerven der Anuren und Chelonier, und zwar kann für den sich im M. sternocosto-scapularis sich verzweigenden Ast eine nähere Homologie mit dem N. thoracicus inferior der Anuren constatirt werden, während der die Mm. sterno-coracoidei interni sublimis und profundus innervirende Zweig dem N. thoracicus inferior s. plastro-coracoideus der Chelonier verglichen werden darf. Bei den Sauriern sind die genannten Bildungen in reicherer Weise zur Entwickelung gekommen, während bei den Anuren wie bei den Cheloniern nur je eine Differenzirungsrichtung sich ausgebildet hat.

c) N. brachialis longus inferior (21). Ich fasse unter dem genannten Nerven den in der Regel (excl. Platydactylus) aus der am meisten distal liegenden Ansa inferior hervorgehenden kräftigen Nervenstamm auf, der sich aus Elementen der Nn. spinales VI. — IX. (Platydactylus) oder VII. — IX. (Trachysaurus, Lacerta, Salvator, Uromastix, Iguana) oder VIII. — X. (Varanus) zusammensetzt und vereinige mit ihm die in einzelnen Fällen selbstständig entspringenden, in der Regel aber eine Strecke weit mit ihm verbundenen Nn. pectoralis, coraco-brachialis und cutaneus brachii et antebrachii medialis. Der N. brachialis longus inferior geht lateral nach aussen und tritt an der Hinterseite des Brustgürtels zwischen den Insertionstheilen der Mm. pectoralis und latissimus dorsi, nach unten von dem sehnigen Ursprunge des M. anconaeus coracoideus, durch diesen von dem N. brachialis longus superior getrennt, in einer gedehnten Spirale an die Medial- und Unterseite des Oberarms. Auf diesem Wege gibt er ab:

α) N. pectoralis (19). Kräftiger Nerv, der mit zwei Aesten in die Innenfläche des M. pectoralis eindringt und sich in diesem Muskel verzweigt. Er spaltet sich von der Hinterseite des Hauptstammes ab, entweder in gleicher Höhe wie der N. coraco-brachialis (Platydactylus, Lacerta, Salvator, Iguana) oder mehr proximal als der letztere (Uromastix, Varanus). — Dem gleichnamigen Nerv der Amphibien und Chelonier homolog.

β) N. coraco-brachialis (22). Ein (Lacerta, Platydactylus, Iguana, Varanus) oder zwei (Uromastix) Nervenzweige, die gleichzeitig mit dem N. pectoralis oder später von der Vorderseite des Hauptstammes abgehen und sich in den Mm. coraco-brachiales, sowie in dem proximalen Bauch des M. coraco-antebrachialis vertheilen; bei Uromastix wurde einmal beobachtet, dass der zweite N. coraco-brachialis mit dem Anfange des Stammes des N. pectoralis verbunden war. Der den proximalen Bauch des M. coraco-antebrachialis versorgende Zweig (N. coraco-antebrachialis (22^{b})) durchbohrt den M. coraco-brachialis brevis und tritt dann an die Innenseite des M. coraco-antebrachialis. — Der Nerv ist ein incompletes Homologon des gleichnamigen Nerven der Chelonier; die Nn. coraco-antebrachiales Beider können direct verglichen werden, der N. coraco-brachialis der Saurier hingegen entbehrt Elemente des N. coraco-brachialis internus der Chelonier, zeigt aber eine Entwickelung, besonders für distale Muskeltheile, die dem N. coraco-brachialis brevis externus der Chelonier nicht zukommt.

γ) N. cutaneus brachii et antebrachii medialis (25 + 42). Ziemlich kräftiger Hautnerv, der sich in verschiedener Weise von dem Hauptstamme resp. dem Plexus brachialis ablöst. Eine ausnehmend selbstständige Stellung nimmt er ein bei Platydactylus (25 + 42), wo er sich noch vor Bildung der Ansa spinalis VIII. von dem N. spinalis IX. ablöst und parallel neben dem N. brachialis longus inferior verlaufend zur Haut des medialen und ulnaren Bezirks des Ober- und Vorderarms geht. Bei den übrigen untersuchten Sauriern ist er Zweig des N. brachialis longus inferior und spaltet sich von ihm in der Regel (Lacerta, Salvator, Iguana, Varanus) nie vor der Abtrennung der Nn. pectoralis und coraco-brachialis ab; bei diesen fällt sein Hauptverbreitungsbezirk in den Vorderarm. Bei Uromastix scheint[1]) er durch zwei Aeste vertreten zu sein, deren einer (N. cutaneus brachii medialis? (42?)) noch vor dem N. pectoralis vom Hauptstamm abgeht und sich wahrscheinlich in der Haut der Medialseite des Oberarms verbreitet, während der andere, N. cutaneus antebrachii medialis (25), erst weiter distal von den

[1]) Eine Feststellung dieser Beziehung war wegen schlechten Erhaltungszustandes des bezüglichen Theiles nicht möglich.

Nn. pectoralis und coraco-brachiales sich abzweigt und im ulnaren Theile des Vorderarms etc. die Haut versorgt. — Der Nerv entspricht im Allgemeinen dem gleichbenannten der Amphibien und Chelonier, zeigt aber einzelne Verschiedenheiten, namentlich in seiner distalsten Verbreitung, die eine specielle Homologisirung mit diesen nicht gestatten. Doch gehört die eingehende Behandlung dieser Frage nicht hierher.

Nach Abgabe der Nn. pectoralis und coraco-brachialis (und mitunter des N. cutaneus brachii et antebrachii medialis) verläuft der N. brachialis longus inferior zwischen der Ursprungssehne des M. anconaeus coracoideus und dem M. coraco-brachialis und tritt dann zwischen den beiden Portionen des letzteren (M. coraco-brachialis brevis und longus) hindurch, um hierauf bedeckt vom M. coraco-antebrachialis nach dem Vorderarm zu gehen. Auf diesem Wege gibt er Rr. musculares ab, von denen in der Regel der proximale (22c) zum distalen Bauch des M. coraco-antebrachialis geht, während der distale (24) den M. humero-antebrachialis inferior versorgt.

Der N. brachialis longus inferior entspricht dem gleichbenannten Nerv der Amphibien und Chelonier und enthält (excl. N. pectoralis) Homologa der menschlichen Nn. medianus, ulnaris (z. Th.), musculo-cutaneus, cutaneus medius und internus in sich.

B. Nn. brachiales superiores.

a) N. subscapularis (subcoracoscapularis (29)). Mittelstarker Nerv, der entweder von der Ansa spinalis superior VI. (Mehrzahl der Saurier) oder von der A. spinalis superior VII. (Varanus) abgeht und sich also aus Elementen des N. spinalis VI. und VII. oder des N. spinalis VII. und VIII. zusammensetzt. Er zweigt sich entweder sofort von den übrigen aus der betreffenden Ansa hervorgehenden Nerven ab (Platydactylus, Salvator, Varanus), oder er bleibt eine Strecke mit ihnen, namentlich mit dem N. dorsalis scapulae, verbunden (Lacerta, Uromastix, Iguana), ehe er sich abtrennt. Nach seiner Abspaltung geht er als einfacher Stamm (Mehrzahl der untersuchten Saurier) oder gleich in 2 Zweige gespalten (Lacerta, Salvator) nach vorn und lateralwärts und verzweigt sich mit zwei Aesten in dem ventralen und dorsalen Theile des M. subcoracoscapularis.

Der N. subcoracoscapularis der Saurier enthält in sich die

Homologe der Nn. subcoracoideus und subscapularis der Amphibien und Chelonier.

b) N. dorsalis scapulae (axillaris) (30). Sehr ansehnlicher Nerv, der sich aus Elementen des N. spinalis VII. (Mehrzahl der untersuchten Saurier) oder des N. spinalis VII. und VIII. (Varanus) zusammensetzt und gemeinsam mit den Nn. subscapularis, und latissimus dorsi, sowie den vorderen Wurzeln des N. brachialis longus superior aus der Ansa spinalis superior VI. (resp. VII.) hervorgeht. Er verläuft lateralwärts nach dem Hinterrand der Scapula, schlägt sich um diesen oberhalb des Ursprungs des M. anconaeus scapularis herum und tritt nun auf die Aussenfläche der Scapula (auf der er sich bedeckt vom M. deltoideus scapularis nach vorn wendet) und dann zwischen den M. deltoideus clavicularis einerseits und die Mm. scapulohumeralis profundus und supracoracoideus andererseits, während welchen Verlaufs er die Mm. deltoidei scapularis und clavicularis durch hintere (31) und vordere (33) Muskeläste von ihrer Innenfläche her versorgt und zugleich einen Hautast, N. cutaneus brachii superior lateralis (32), der durch den unteren Theil des M. deltoideus scapularis nach aussen tritt, zur Haut der Schulter und der Lateralfläche des Oberarms abgibt; bei Varanus hat dieser Hautast eine grosse Selbstständigkeit und trennt sich sofort nach der Abzweigung des N. dorsalis scapulae von der Ansa.

Der N. dorsalis scapulae ist dem gleichnamigen Nerven der Amphibien und Chelonier direct homolog und ist demnach auch mit dem N. axillaris der Säuger in Vergleichung zu bringen. Mit letzterem hat er die Endverbreitung gemein, weicht aber von ihm durch Eigenthümlichkeiten seines Verlaufs, namentlich seine Lage zum M. anconaeus scapularis ab; letztere Abweichung ist indessen hauptsächlich bedingt durch die differente Bildung des M. anconaeus scapularis und kann die Annahme einer näheren (wenn auch nicht completen) Homologie beider Nerven nicht ausschliessen[1].

c) Nn. latissimi dorsi (34). Ein (Iguana) oder zwei (Platydactylus, Lacerta, Salvator, Uromastix, Varanns) mittelstarke Nerven, die in verschiedener Weise bei den einzelnen Sauriern ihren

---

[1] Vergleiche übrigens den ersten Theil dieser Arbeit (Jenaische Zeitschrift Band VII. pag. 258).

Anfang nehmen. Bei Platydactylus entsteht der erste von der Ansa spinalis superior VI., während der zweite sich durch Vereinigung eines von dieser Ansa und eines von dem N. spinalis VIII. abgegebenen Zweiges bildet; bei Lacerta und Salvator kommt der erste von der Ansa spinalis superior VI. (und zwar von dem vom N. spinalis VII. gelieferten Antheile), der zweite von dem R. superior n. spinalis VIII.; bei Uromastix entspringen beide Nerven von diesem Stamme (ein Exemplar) oder der erste bildet sich durch Vereinigung zweier aus N. spinalis VII. und aus N. spinalis VIII. herstammenden Aeste, während der zweite sich vom R. superior n. spinalis (VIII. + IX.) abzweigt (anderes Exemplar); bei Iguana kommt der Nerv lediglich (wie bei dem einen Exemplare von Uromastix) von der Fortsetzung der A. spinalis superior VIII. und theilt sich nach kurzem Verlaufe in zwei Aeste; bei Varanus nehmen beide Nerven aus der von N. spinalis VII., VIII. und IX. gebildeten Ansa superior (VII. + VIII.) ihren Ursprung, ohne dass genau zu ermitteln ist, ob sie ausser vom N. spinalis VII. allein vom N. spinalis VIII. oder von den Nn. spinales VIII. und IX. abstammen. — Beide Aeste vertheilen sich im M. latissimus dorsi; der vordere gibt auch bei einigen (Trachydosaurus, Uromastix) ein sehr frühzeitig entspringendes feines Aestchen, N. teres major (29[b]) ab, das den gleichnamigen Muskel innervirt.

Der Nerv ist ein Homologon des gleichnamigen der Amphibien und Chelonier.

d) N. scapulo-humeralis profundus (36[a]). Kleiner Nerv, der entweder gemeinsam mit N. anconaeus (Platydactylus, Lacerta, Salvator) oder getrennt von ihm (Uromastix, Iguana, Varanus) aus der Ansa spinalis superior VI. (Platydactylus, Uromastix, Iguana) oder VI. + VII. (Lacerta, Salvator) oder VII. + VIII. (Varanus) sich abzweigt und, wenn er nicht schon von Anfang an vom N. anconaeus getrennt war, sich von diesem in der Achselhöhle abspaltet, um hier zwischen M. anconaeus scapularis einerseits und Mm. anconaei coracoideus und humeralis medialis andererseits sich nach vorwärts zu wenden und in den M. scapulo-humeralis profundus einzudringen.

Der Nerv ist ein indirectes Homologon der gleichnamigen Bildungen bei den Anuren: von dem N. scapulo-humeralis profundus anterior derselben entfernt er sich durch die mangelnden Beziehungen zu dem N. dorsalis scapulae, von dem N. scapulo-humeralis profundus posterior durch die Art seiner Endigung.

e) N. anconaeus (36). Ein kräftiger Nerv, der entweder aus der Ansa spinalis superior VI. (Platydactylus) oder VI. + VII. (Lacerta, Salvator, Uromastix, Iguana) oder VII. + VIII. (Varanus) hervorgeht und zwischen N. dorsalis scapulae und N. brachialis longus superior nach der Achselhöhle verläuft, wo er sich von dem mitunter (Platydactylus, Lacerta, Salvator) mit ihm verbundenen N. scapulo-humeralis profundus trennt und zwischen M. anconaeus scapularis und coracoideus sich in die Streckmuskelmasse einsenkt, um sich namentlich im M. anconaeus scapularis und coracoideus zu verbreiten.

Der Nerv ist ein sehr selbstständig gewordenes Homologon der proximalen Rr. musculares des N. brachialis longus superior der Amphibien und Chelonier.

f) N. brachialis longus superior (radialis) (37 + 38). Kräftiger Nerv, der entweder aus der Vereinigung der Ansae spinales superiores VI. und VIII. hervorgeht (Platydactylus, Lacerta, Iguana) oder aus der Verbindung der Ansa spinalis superior (VI. + VII.) mit dem R. superior n. spinalis IX. resultirt (Salvator), oder lediglich sich aus der Ansa spinalis superior VIII. fortsetzt (Uromastix)[1], oder aus der gemeinschaftlichen Ansa spinalis superior (VII. + VIII.) abstammt (Varanus). Er geht vom N. brachialis longus inferior durch das sehnige Caput coracoideum m. anconaei getrennt, medial von dem Insertionsende des M. latissimus dorsi zwischen M. anconaeus humeralis lateralis und medialis in die Streckmuskelmasse des Oberarms hinein, innervirt die beiden letzten Muskeln durch einige Rr. musculares (40), schickt einen N. cutaneus antebrachii lateralis (41), der den M. anconaeus humeralis lateralis durchbohrt und dann zwischen diesem und dem M. humero-antebrachialis inferior nach aussen tritt, an die Haut der Aussenseite des Ellenbogengelenks und des Oberarms, verläuft hierbei selbst in einer Spirale durch den M. anconaeus hindurch und kommt vor dem Epicondylus radialis wieder zum Vorschein, von wo aus er sich in den Streckern des Vorderarms und am Handrücken verzweigt.

Entspricht im Allgemeinen dem gleichnamigen Nerven der

---

[1] Eine Uebergangsform zwischen dem Verhalten von Platydactylus und Lacerta und dem hier beschriebenen Exemplare von Uromastix bietet die Anordnung bei einem anderen Exemplare dieses Thieres, nach dem die Abbildung (Fig. 59) genommen wurde.

Amphibien und Chelonier, lässt sich ihm aber wegen des Verhaltens des Hautastes sowie der Rr. musculares, die hier nur einen Theil des M. anconaeus versorgen, nicht complet homologisiren.

Die eben beschriebene Anordnung des Plexus brachialis kommt nur den typischen Sauriern zu; bei den atypischen (schlangenähnlichen) entstehen durch Verkümmerung weit einfachere Verhältnisse. Schon bei Seps tridactylus nimmt durch beträchtliche Reduction sämmtlicher zur eigentlichen Muskulatur der Schulter und der vorderen Extremität (sowie deren Haut) gehenden Aeste, namentlich aber der Nn. brachiales longi inferior und superior der Plexus brachialis ein von dem der echten typischen Saurier ziemlich beträchtlich abweichendes Ansehen an. Diese Abweichung erreicht mit der vollständigen Verkümmerung der Extremität ihren Höhepunct. Der hinsichtlich dieser Verhältnisse untersuchte Plexus brachialis von Pseudopus Pallasii bietet folgende Anordnung dar (cf. Fig. 60):

Der Nervencomplex, welcher dem Plexus brachialis der typischen Saurier verglichen werden kann, setzt sich aus den ventralen Aesten der Nn. spinales IV., V. und VI. zusammen.

Ventraler Ast des N. spinalis IV. (*IV.*) Schwächster Ast des Plexus. Er gibt, nachdem er die seinem Metamer angehörende hypaxonische Muskulatur versorgt hat, einen N. thoracicus superior IV. ab, der sich sogleich in zwei Aeste spaltet, von denen der erste (4) den M. collo-scapularis, der zweite (7) den vorderen Theil des M. serratus innervirt. Gleich hierauf bildet er mit einem kleinen vom N. spinalis V. abgegebenen Aestchen die Ansa spinalis IV. und geht sodann lateralwärts an den Vorderrand des Brustgürtels, wo er sich in einen grösseren vorderen Zweig (3) für die ventrale Muskulatur (M. episterno-cleido-hyoideus sublimis und M. episterno-hyoideus profundus) und einen kleineren hinteren Ast (12?) theilt, welcher letztere sich im Bereiche des vorderen Theiles des Brustgürtels verliert, ohne dass eine Endigung in Muskelelementen nachweisbar wäre; vielleicht ist er als Rudiment eines N. supracoracoideus aufzufassen.

Ventraler Ast des N. spinalis V. (*V.*) Zweitstärkster Ast des Plexus brachialis, der dem N. spinalis VI. nur wenig an Dicke nachsteht. Nach Abgabe von Aesten an die hypaxonische Muskulatur verläuft er an der Innenfläche der Rumpfwandung z.

Th. bedeckt vom M. transversus abdominis, lateralwärts und nach unten. Während dieses Verlaufs gibt er zuerst ein Aestchen für Bildung der Ansa spinalis IV. und gleichzeitig einen für die Bauchmuskeln bestimmten Zweig (10) und den N. thoracicus superior V. (9) für den hinteren Theil des M. serratus ab und geht sodann an den hinteren Rand des Brustgürtels (speciell des unteren Theiles der Scapula). Hier verbindet er sich mit einem vom N. spinalis VI. abgegebenen feinen Aestchen (R. superior n. spinalis VI.), geht sodann als feiner Faden (*Rs*) an der Aussenfläche der Rumpfwandung in nahezu senkrechter Richtung nach oben, ohne bis zur Scapula vorzugreifen, und verliert sich noch unterhalb des M. cucullaris im Bindegewebe. — Eine sichere Deutung dieses Nerven ist nicht zu geben, sein Verlauf, sowie seine Zusammensetzung aus zwei Wurzeln spricht mit einiger Wahrscheinlichkeit dafür, ihn als Rudiment eines N. latissimus dorsi aufzufassen.

Ventraler Ast des N. spinalis VI. (*VI.*) Kräftigster Ast des Plexus brachialis. Er verläuft erst zwischen Thoraxwandung und hypaxonischer Muskulatur, dann zwischen den Mm. intercostales und dem M. transversus abdominis lateralwärts und nach unten, wobei er beiden, sowie den übrigen Bauchmuskeln Zweige abgibt. Noch in der Bauchhöhle spaltet er sich in zwei nahezu gleichstarke Aeste. Der vordere, ein wenig stärkere, Ast gibt zuerst einen sehr feinen N. thoracicus inferior s. sterno-coracoideus (10^a) an den sehr verkümmerten M. sterno-coracoideus ab und theilt sich dann in der Gegend des hinteren Randes der Scapula in einen feinen R. superior, der sich mit dem R. superior n. spinalis V. verbindet, und eine nwenig stärkeren R. inferior (*Ri*), der zu der bei Pseudopus in besonderer Weise entwickelten ventralen Längsmuskulatur geht. Der hintere, etwas schwächere, Ast, verläuft ebenfalls lateralwärts und nach unten und gibt während dieses Verlaufs den schrägen Bauchmuskeln und namentlich der ventralen Längsmuskulatur eine Anzahl Zweige, sowie der Haut des zugehörigen Bereichs eine Anzahl Aeste (11).

B. Chamaeleonida[1].

(Fig. 61.)

Die Muskeln der Schulter und des Oberarms der Chamaeleonen werden vom N. vago-accessorius, dem 2. — 6. Cervicalnerven und

[1] Auf die Amphisbaenoiden wurde hier keine Rücksicht genommen, da der

dem 1. Dorsalnerven innervirt; die fünf letzten Nerven vereinigen sich zum Plexus brachialis. Ein wesentlicher Unterschied von der entsprechenden Bildung bei den typischen kionokranen Sauriern liegt in der geringeren Anzahl der Cervicalnerven (6 gegen 9 bis 10), ein Verhalten, das an das der Amphibien erinnert. Weniger bedeutsam ist die Differenz hinsichtlich der Abzweigung der einzelnen Endäste des Plexus, die bei den Chamaeleoniden ähnlich wie bei den Anuren in der Hauptsache weit distaler stattfindet, als bei den kionokranen Sauriern.

Der N. vago-accessorius entspringt mit einer Anzahl oberer Wurzeln von der Medulla oblongata und dem ersten Anfange der Medulla spinalis bis zum Ursprunge des ersten Spinalnerven. Die einzelnen Wurzeln sammeln sich zu einem Nervenstamm, der durch das Foramen jugulare nach aussen tritt und Verbindungen mit dem Hypoglossus eingeht. Nicht weit entfernt vom Austritte gibt er einen äusserst feinen Faden, den R. accessorius externus[1], ab, der in die Innenfläche des vorderen Theils des M. sternomastoideus eintritt und diesen Muskel innervirt.

Ventraler Ast des N. spinalis (cervicalis) II. Er versorgt die hypaxonische und ventrale Halsmuskulatur sowie die Haut des betreffenden Halsabschnittes und gibt für die Schultermuskeln ein Aestchen, den N. thoracicus superior II., ab, das den vorderen Theil des M. collo-scapularis superficialis innervirt.

Ventraler Ast des N. spinalis (cervicalis) III. (*III.*) Erste und feinste Wurzel des Plexus brachialis. Abgesehen von den Aesten für die hypaxonische und ventrale Muskulatur und für die Haut des Halses (3) gibt er zwei mit diesen anfangs verbundene mittelstarke Nn. thoracici superiores III. (4) an den M. collo-scapularis superficialis sowie einen sehr feinen N. thoracicus anterior III. (3[a]) ab, der durch den hinteren Theil des M. collo-scapularis durch-

---

einzige Repräsentant derselben mit noch erhaltener vorderer Extremität, Chirotes, mir nicht zu Gebote stand. Ein bezüglich des Plexus untersuchtes Exemplar von Amphisbaena alba ergab so geringe Abweichungen der in Frage kommenden Nerven von der Anordnung der übrigen Spinalnerven, dass eine Vergleichung mit einem ausgebildeten Plexus nur in Vermuthungen sich hätte ergehen können.

[1]) Dieser Faden ist wegen seiner ausserordentlichen Feinheit selbst Fischer entgangen. Ich habe nur seinen Verlauf nach dem M. sternomastoideus wahrnehmen können; eine Verbindung mit Cervicalnerven nachzuweisen war mir nicht möglich.

tretend, zum Vorderrande des M. cucullaris verläuft und diesen Muskel innervirt. Der feine übrigbleibende Zweig bildet mit N. spinalis IV. die Ansa spinalis II.

Ventraler Ast des N. spinalis (cervicalis) IV. (*IV.*) Zweitstärkste Wurzel des Plexus brachialis. Nach Abgabe der Zweige für die hypaxonische Muskulatur verbindet er sich zunächst mit dem in den Plexus eingehenden Zweig des N. spinalis III. zur Ansa spinalis III. und geht hierauf mit N. spinalis V. eine neue Ansenbildung, Ansa spinalis III. + IV.), ein, von der aus die Nn. supracoracoideus (12), thoracicus inferior (10ª), subscapularis (29), dorsalis scapulae (30), ein Zweig für die Bauch- (Intercostal-) muskulatur (11) und der später mit N. spinalis VI. + VII.) sich verbindende Hauptstamm, sowie der N. thoracicus superior (IV. + V.) (7 + 9) ausgehen; der letztere Nerv vertheilt sich in den Mm. serrati.

Ventraler Ast des N. spinalis (cervicalis) V. (*V.*) Gleich dem folgenden stärkster Ast des Plexus. Er bildet mit den vereinigten Nn. spinales III. und IV. die Ansa spinalis (III. + IV.), von der die unter dem vorigen Nerven erwähnten Endäste abgehen. Der N. thoracicus superior (IV. + V.) (7 + 9) stammt zum grössten Theile von ihm ab.

Ventraler Ast des N. spinalis (cervicalis) VI. (*VI.*) Dem vorhergehenden Ast des Plexus brachialis gleichstarker Nerv. Er vereinigt sich bald nach seinem Austritte aus dem Intervertebralloche mit dem N. spinalis VII. zur Ansa spinalis VI. Der daraus hervorgehende Stamm gibt einen feinen für die Bauch- (Intercostal-) Muskulatur bestimmten Nerv (11 ab, der sich mit dem vom N. spinalis V. entstehenden gleichwerthigen vereinigt (11), und geht dann mit dem aus der Ansa spinalis (III. + IV.) sich fortsetzenden Stamm die Bildung einer neuen am meisten distalen Ansa ein, deren Endstamm erst die Nn. scapulo-humeralis profundus (36ª) und latissimus dorsi (34) abgibt und sich dann in die Nn. brachiales longi inferior und superior spaltet, von denen wiederum einerseits die Nn. pectoralis (19) und coraco-brachialis (22) andererseits der N. anconaeus (36) sich abzweigen.

Ventraler Ast des N. spinalis VII. (dorsalis I.) *VII.* (*I.*) Zweitschwächster Ast des Plexus, der nach kurzem Verlaufe mit N. spinalis VI. die Ansa spinalis VI. bildet. Vorher gibt er einen kräftigen Ast (11), der seinen eigentlichen Hauptstamm repräsentirt

(während der mit dem Plexus sich verbindende Theil nur ein kleiner Nebenzweig ist), an die Bauch- (Thorax-) Muskulatur ab.

Das speciellere Verhalten der aus dem Plexus brachialis hervorgehenden Endäste ist folgendes:

A. Nn. brachiales und thoracici inferiores.

a) N. supracoracoideus (supracoracoscapularis) (12). Ziemlich kräftiger aus der Ansa spinalis (III. + IV.) hervorgehender und aus Elementen der Nn. spinales III. und IV. abstammender Nerv, der durch das Foramen coraco-scapulare zu den Mm. supracoracoideus und suprascapularis verläuft, wobei er mit der Hauptmasse in diesen Muskeln endet, während ein feinerer Ast nach Durchbohrung der Muskeln zwischen M. deltoideus coraco-sternalis und M. pectoralis hindurch an die Haut der Brust tritt.

Im Wesentlichen Homologon des gleichnamigen Nerven der kionokranen Saurier, aber von ihm durch kräftigere Ausbildung dorsaler Fasern (für M. suprascapularis) verschieden.

b) N. thoracicus inferior (sterno-coracoideus) (10[a]). Feiner aus der Ansa spinalis (III. + IV.) entspringender und wahrscheinlich blos aus Elementen des N. spinalis IV. gebildeter Nerv, der nach dem M. sterno-coracoideus internus verläuft und in ihm endet.

Dem N. thoracicus inferior der kionokranen Saurier homologer Nerv.

c) N. brachialis longus inferior (21). Sehr kräftiger Nervenstamm, der aus Elementen der Nn. spinales IV., V., VI. und VII. zusammengesetzt ist und sich erst spät vom N. brachialis longus superior trennt. Während er mit letzterem noch verbunden ist, gibt er den N. pectoralis, während er sich gerade von ihm trennt, den N. coraco-brachialis, und erst im Bereiche des Oberarms einen für die Mm. coraco-antebrachialis und humero-antebrachialis inferior bestimmten R. muscularis ab.

α. N. pectoralis (19). Kräftiger Nerv, der sich mit 2 Aesten in dem M. pectoralis verzweigt. — Homolog dem N. pectoralis der kionokranen Saurier.

β. N. coraco-brachialis (22). Mittelstarker Nerv, der sich in 2 Aeste spaltet und den M. coraco-brachialis versorgt. — Er ist dem gleichnamigen Nerven der kionokranen Saurier

im Wesentlichen homolog, unterscheidet sich aber von ihm durch den Mangel eines R. coraco-antebrachialis.

γ. R. muscularis (22^c + 24). Ziemlich kräftiger, erst in der Mitte des Oberarms abgegebener Nerv, der sich bald in 2 Aeste, N. coraco-antebrachialis und N. humero-antebrachialis, theilt, welche sich in den gleichnamigen Muskeln verbreiten. — Homologe der entsprechenden Rr. musculares der kionokranen Saurier.

Nach Abgabe eines Hautastes für den Oberarm verläuft der M. brachialis longus inferior nach dem distalen Ende des Oberarms, wo er sich theilt und an den Vorderarm tritt.

Der N. brachialis longus inferior ist im Wesentlichen ein Homologon des gleichnamigen Nerven der kionokranen Saurier; die geringen Differenzen beruhen auf dem Mangel eines Astes für den proximalen Bauch des M. coraco-antebrachialis (da dieser Bauch bei den Chamaeleoniden fehlt), sowie auf einer etwas abweichenden Vertheilung der Hautnerven.

B. Nn. brachiales superiores.

a) N. subscapularis (subcoracoscapularis) (29). Ziemlich schwacher Nerv, der zwischen den Nn. supracoracoideus und dorsalis scapulae von der Ansa spinalis (III. + IV.) sich abzweigt, wobei er aus Elementen der Nn. spinales IV. und V. zusammengesetzt ist. Er vertheilt sich mit 2 Aesten in dem M. subcoracoscapularis.

Dem gleichnamigen Nerven der kionokranen Saurier homolog.

b) N. dorsalis scapulae (axillaris) (30). Kräftiger, neben dem N. subscapularis von der Ansa spinalis (III. + IV.) abgehender und von Nn. spinales IV. und V. abstammender Nerv, der oberhalb des Ursprungs des M. anconaeus scapularis zur Scapula tritt und sich in den Mm. deltoidei scapularis und coracosternalis verzweigt[1]).

Homologon des N. dorsalis scapulae der kionokranen Saurier.

c) N. latissimus dorsi (34). Ziemlich ansehnlicher, viel dista-

[1]) Der den Sauriern zukommende Hautzweig wurde nicht gefunden und ist wahrscheinlich übersehen worden.

ler als die vorhergehenden Nerven, von dem Hauptstamme sich abzweigender Nerv, der aus Elementen der Nn. spinales V. und VI. sich zusammensetzt und zum gleichnamigen Muskel verläuft.

Er ist dem N. latissimus dorsi der kionokranen Saurier im Wesentlichen homolog.

d) N. scapulo-humeralis profundus (36ª). Kleiner Nerv, der in der Nähe des N. latissimus dorsi vom Hauptstamm abgeht, wobei er aus dem N. spinalis V. abstammt. Nach kurzem Verlaufe endet er im M. scapulo-humeralis profundus.

Homologon des gleichnamigen Nerven der kionokranen Saurier.

e) N. brachialis longus superior (35 + 38). Aus der Vereinigung von Elementen der Nn. spinales V., VI. und wahrscheinlich VII. hervorgehender dorsaler Endstamm, der sich von dem N. brachialis longus inferior meist sehr spät trennt. Er gibt im Bereiche des proximalen Theiles des Oberarms einen ziemlich selbstständigen R. muscularis (N. anconaeus) (36) an die Streckmuskeln ab, durchsetzt hierauf dieselben, wobei er ihnen noch einen kleinen Muskelast für den M. anconaeus humeralis lateralis abgibt, in einer Spiraltour und geht dann an die Streckseite des Vorderarms und der Hand.

Der Nerv ist dem N. brachialis longus superior und N. anconaeus der kionokranen Saurier zu vergleichen.

C. Crocodile.

(Fig. 62.)

Die Schultermuskeln der Crocodile werden durch den N. vago-accessorius und den 4. bis 11. Spinalnerven versorgt.

Der N. vago-accessorius (V.) entspringt mit einer Anzahl oberer Wurzeln von der Medulla oblongata. Diese Wurzeln vereinigen sich zu einem durch das Foramen jugulare tretenden Stamm, der hierauf zu einem (ausserdem Elemente des Hypoglossus und Sympathicus enthaltenden) Ganglion anschwillt. Aus diesem Ganglion tritt unter anderen ein sehr feiner Ast heraus, der sich nach kurzem Verlaufe entweder mit dem zwischen Hinterhaupt und 1. Halswirbel heraustretenden 1. Cervicalnerven verbindet (Crocodilus) oder mit einem Theile eines Nervenstammes Ver-

einigung eingeht, der knapp vor dem Gelenk zwischen Hinterhaupt und Halswirbel durch ein besonderes Loch im Hinterhaupt die Schädelhöhle verlassen hat (Alligator). Bei Crocodilus theilt sich hierauf der gemeinsame Ast in 2 Zweige, deren stärkerer in die epaxonische Halsmuskulatur geht, während der schwächere den M. atlanti-mastoideus innervirt[1]. Bei Alligator theilt sich der erwähnte Nervenstamm gleich nach dem Austritte in drei Aeste, von denen der stärkste ventralwärts sich wendet und sich mit der vorderen Wurzel des N. hypoglossus verbindet, während die beiden anderen eine Richtung nach hinten einschlagen: der dickere von diesen verzweigt sich ohne Weiteres in der epaxonischen und hypaxonischen Halsmuskulatur, der schwächere vereinigt sich mit dem vom Vagusganglion abgegebenen Aste und vertheilt sich hierauf in der epaxonischen Halsmuskulatur sowie im M. atlanti-mastoideus. — Der beschriebene Nervenstamm von Alligator ist nach Art seiner Vertheilung als eine Verbindung der zweiten Wurzel des N. hypoglossus mit dem 1. Spinalnerven aufzufassen, während bei Alligator sowohl wie Crocodilus das feine vom Ganglion n. vagi abgehende Aestchen ein Homologon des N. accessorius externus darstellt, das sich in normaler Weise in einem Theile des M. sterno-mastoideus, dem M. atlanti-mastoideus, verzweigt, aber durch innige Verbindung mit dem 1. Cervicalnerven seine Selbstständigkeit aufgegeben hat und somit einen Bildungsmodus zeigt, der den Amphibien und Cheloniern abgeht.

Von den Spinalnerven betheiligen sich der 7. bis 11. an der Bildung des Plexus brachialis, während der 4. bis 6. ohne besondere Verbindungen untereinander Muskeläste an die Schultermuskulatur abgeben.

Ventraler Ast des N. spinalis (cervicalis) IV. Er innervirt mit seiner Hauptmasse die hypaxonische und ventrale Muskulatur sowie den M. sphincter colli und die Haut des Halses und gibt ein kleines Aestchen, N. thoracicus superior IV. (2), an den vordersten Theil des M. levator scapulae superficialis ab.

---

[1]) Fischer (pag. 66) lässt diesen Zweig z. Th. in einem »langen schmalen Muskel« sich ausbreiten, »der vom vorderen Rande des Schulterblatts ausgehend, sich an das Lateralstück des Hinterhauptbeins befestigt (Omomastoideus?)«. Ein solcher Muskel wird von keinem der anderen Anatomen angegeben und wurde auch von mir vergebens bei Crocodilus acutus und Alligator lucius gesucht.

Ventraler Ast des N. spinalis (cervicalis) V. (*V.*) Er gibt zunächst Aeste für die hypaxonische Halsmuskulatur und für den M. levator scapulae superficialis, N. thoracicus superior V. (2^b), ab und wendet sich hierauf zwischen dem unteren Rande dieses Muskels und dem oberen des hinteren Bauchs des M. sterno-mastoideus (M. sterno-atlanticus) nach aussen, wobei er den letzteren mit einem kräftigen Zweige, N. thoracicus anterior V. (2^a), innervirt; der Rest vertheilt sich im M. sphincter colli, den ventralen Muskeln und der Haut des Halses.

Ventraler Ast des N. spinalis (cervicalis) VI. (*VI.*) Er verzweigt sich in der hypaxonischen und ventralen Muskulatur, sowie in der Haut des Halses und gibt einen ziemlich starken N. thoracicus superior VI. (3^b) an den M. levator scapulae superficialis sowie an die vorderste (vom 5. Halswirbel entspringende) Zacke des M. collo-thoraci-suprascapularis profundus ab.

Ventraler Ast des N. spinalis (cervicalis) VII. (*VII.*) Abgesehen von den Aesten für die hypaxonische und ventrale Muskulatur und die Haut des Halses geht er durch 3 Aeste Beziehungen zu den Schultermuskeln ein. Der erste, N. thoracicus superior VII., innervirt den hintersten Theil des M. levator scapulae superficialis (4), sowie (7) die 2. Zacke des M. collo-thoraci-scapularis profundus und den M. rhomboideus, der zweite, N. thoracicus anterior VII., vertheilt sich im M. cucullaris, der dritte, namentlich bei Alligator sehr feine, verbindet sich mit N. spinalis VIII. zur Ansa spinalis VII., aus welcher der N. supracoracoideus (supracoracoscapularis) (12) hervorgeht.

Ventraler Ast des N. spinalis (cervicalis) VIII. (*VIII.*) Zweitstärkster Ast des Plexus brachialis. Er gibt zunächst einige Aeste an die hypaxonische Muskulatur und dann einen (Alligator) oder zwei (Crodilus) Nn. thoracici superiores VIII. (7^a u. 7^b) ab, die, z. Th. mit dem N. thoracicus superior IX. (9) Anastomosen eingehend, sich gemeinsam mit ihm in dem hinteren Theile des M. collo-thoraci-suprascapularis profundus, sowie in dem M. serratus superficialis verzweigen. Der erste von diesen Nn. thoracici superiores VIII. (7^a) zweigt sich von dem Stamm bald nach dem Austritt aus dem Intervertebralloch ab, während der zweite (7^b) gleichzeitig mit der Bildung der Ansa spinalis VII. abgeht. Hierauf theilt sich der übrigbleibende Theil des N. spinalis VIII. in einen R. inferior und superior. Der R. inferior gibt ein Aestchen für den N. thoracicus inferior VIII (10^a 1) ab, das sich mit dem von N. spinalis

IX. abgegebenen homodynamen Zweige verbindet, und bildet hierauf mit N. spinalis IX. die Ansa spinalis inferior VIII., während der R. superior mit dem N. spinalis IX. die Ansa spinalis superior VIII. eingeht.

Ventraler Ast des N. spinalis (cervicalis) IX. (*IX.*) Gleich dem N. spinalis X. stärkster Ast des Plexus brachialis. Nach Abgabe einiger Zweige für die hypaxonische Muskulatur und des N. thoracicus superior IX. (9), der sich gemeinsam mit den Nn. thoracici superiores VIII. (7^a und 7^b) in dem M. serratus superficialis und dem hinteren Abschnitte des M. collo-thoraci-suprascapularis profundus vertheilt, geht er lateralwärts an der Thoraxwand und bedeckt vom M. transversus abdominis, den er theilweise innervirt, zur Verbindung mit dem N. spinalis X. (Ansa spinalis IX.), nachdem sich knapp vorher ein für den M. costo-coracoideus bestimmter N. thoracicus inferior IX. (10^{a_2}) von ihm abgezweigt hat. Nach Bildung der Ansa theilt er sich sofort in einen R. inferior und R. superior; der R. inferior bildet mit dem R. inferior n. spinalis VIII. die Ansa spinalis inferior VIII., aus der die Nn. pectoralis, coraco-brachialis und brachialis longus inferior hervorgehen, der R. superior vereinigt sich mit dem gleichnamigen Zweige des N. spinalis VIII. zu der Ansa spinalis superior VIII., aus der die Nn. subscapularis, scapulo-humeralis profundus, axillaris, dorsalis scapulae, teres major und latissimi dorsi sich fortsetzen.

Ventraler Ast des N. spinalis (cervicalis) X. (*X.*) Wie N. spinalis IX. der stärkste Ast des Plexus brachialis. Nach Abgabe einzelner Zweige für die hypaxonische Muskulatur, verbindet er sich mit N. spinalis XI. zur Ansa spinalis X., gibt hierauf einen N. thoracicus inferior X. (10^{a_3}) ab, der gemeinsam und unter Anastomosen mit den Nn. thoracici inferiores VIII. und IX. zum M. costo-coracoideus geht, und bildet dann mit N. spinalis IX. die Ansa spinalis IX. Hierauf gibt er die Nn. cutanei brachii medialis (42?)[1] und brachii et antebrachii medialis (25 + 42) ab und theilt sich gleichzeitig in einen R. inferior und superior, die sich mit den entsprechenden Aesten des N. spinalis VIII. zu den Ansae inferior und superior VIII. vereinigen.

Ventraler Ast des N. spinalis XI. (dorsalis I.). Zweitschwächster Ast des Plexus brachialis. Ausser Aesten an die

[1] Der N. cutaneus brachii medialis ist ein Homologon des gleichnamigen Nerven der Amphibien und Chelonier.

Rumpfmuskulatur gibt er einen feinen Zweig (18) an die Haut der Achselhöhle und des anliegenden Theils der Brust ab und verbindet sich hierauf mit N. spinalis X. zum Plexus spinalis X.

Das speciellere Verhalten der aus dem Plexus brachialis hervorgehenden Endäste (abgesehen von den bereits näher beschriebenen Nn. thoracici superiores und anteriores) ist folgendes:

A. Nn. brachialis und thoracici inferiores.

a) N. supracoracoideus (supracoracoscapularis) (12). Mittelstarker, aus der Ansa spinalis VII. hervorgehender, also aus Elementen der Nn. spinales VII. und VIII. gebildeter Nerv, der durch das Foramen coracoideum tritt und sich mit seiner Hauptmasse (13 + 14) im M. supracoracoideus (supracoracoscapularis) verzweigt, während ein schwacher Endast diesen Muskel durchbohrt und an die Haut des vorderen Bereichs der Brust tritt (15).

Homologon des gleichnamigen Nerven der Saurier.

b) Nn. thoracici inferiores (10^{a}). Ein Complex sehr feiner Nerven, die in mannigfachster Weise mit einander anastomosiren. Dieser Complex wird zusammengesetzt durch 3 Stämme, die Nn. thoracici inferiores VIII., IX. und X., von denen der erste (10^{a_1}) sich mit einem Zweig des zweiten verbindet, der zweite (10^{a_2}) mit einem Aste die eben erwähnte Anastomose eingeht, und mit zwei andern Aesten mit dem dritten N. thoracicus inferior (X). anastomosirt, der dritte (10^{a_3}) endlich theils mit N. thoracicus inferior IX. sich verbindet, theils frei endet. Die aus diesen Ansae thoracicae inferiores hervorgehenden 3 Endäste (10^{a}) vertheilen sich im M. costo-coracoideus und im vorderen Theile des M. transversus abdominis, der bei den Crocodilen auch zum Brustgürtel Beziehungen eingeht.

Dieser Nervencomplex ist dem gleichnamigen der Saurier zu vergleichen, doch ist die Homologie keine complete. Die Differenzen liegen einmal in der grösseren Complication des Ursprungs (wobei Salvator die Brücke zu den übrigen Sauriern bildet), dann in der einfacheren Endigung in den Muskeln, die an Mannigfaltigkeit der Ausbildung denen der kionokranen Saurier bei Weitem nachstehen.

c) N. pectoralis[1] (19). Kräftiger aus Elementen der Nn. spinales IX., X. und XI. gebildeter Nerv, der sich gemeinsam mit dem N. coraco-brachialis vom Hauptstamm ablöst und mit 2 Aesten in der Innenfläche des M. pectoralis vertheilt.

Homologon des N. pectoralis der Saurier.

d) N. cutaneus pectoralis (18). Feines vom N. spinalis XI. kurz vor der Vereinigung mit dem N. spinalis X. abgegebenes Aestchen, das sich in der Haut der Achselhöhle und des anliegenden Theiles der Brust vertheilt.

Der N. cutaneus pectoralis entspricht dem Hautaste des N. pectoralis der Amphibien, unterscheidet sich aber von demselben durch seine ausserordentliche Selbstständigkeit. Bei den übrigen Reptilien (Chelonier, Saurier) ist diese Selbstständigkeit in noch höherem Maasse ausgesprochen, derart, dass ein ähnlich endender Nerv gar nicht mehr aus dem Plexus brachialis entspringt.

e) N. coraco-brachialis (22). Mittelstarker Nerv, der von den Nn. spinales VIII., IX. und X. abstammt, sich von dem N. pectoralis in der Gelenkgegend trennt und hierauf in der Innenseite des M. coraco-brachialis mit mehreren Zweigen endet.

Der N. coraco-brachialis entspricht dem gleichnamigen Nerven der Chamaeleoniden und unterscheidet sich von dem der kionokranen Saurier durch den Mangel eines R. coraco-antebrachialis.

f) N. cutaneus brachii et antebrachii medialis (25 + 42). Mittelstarker Nerv, der aus Elementen der Nn. spinales X. und XI. gebildet ist und sich aus zwei Wurzeln zusammensetzt, deren proximale gleich nach Bildung der Ansa spinalis IX. sich vom N. spinalis X. abtrennt, während die distale erst nach der Abzweigung des N. pectoralis vom N. brachialis longus inferior abgeht. Beide Wurzeln vereinigen sich im Bereiche des proximalen Drittels des Oberarms zu einem Nervenstamm, der sich an der Medialseite des Ober- und Vorderarms in der Haut verzweigt.

Der Nerv ist ein Homologon des gleichnamigen der Saurier.

---

[1] Dieser, sowie die Nn. coraco-brachialis und cutanei brachii et antebrachii nehmen bei den Crocodilen durch frühere Abzweigung vom Hauptstamme eine etwas selbstständigere Stellung ein als bei den Sauriern, weswegen wir sie hier auch nicht dem N. brachialis longus inferior unterordnen. Selbstverständlich ist diese hauptsächlich nur durch die verschiedene Vertheilung der Neuroglia bedingte Abweichung von keiner besonderen Bedeutung.

g) N. brachialis longus inferior 21). Kräftiger aus den Ansae inferiores VIII. und IX. hervorgehender Nervenstamm, der sich aus Elementen der Nn. spinales IX., X. und XI. (vielleicht auch VIII.) zusammensetzt und in einer gedehnten Spirale, erst zwischen M. coraco-brachialis und Caput coraco-scapulare m. anconaei, dann zwischen letzterem und M. biceps, an der Medialseite des Oberarms verläuft, wobei er Rr. musculares (22^c und 24) für M. biceps und M. humero-antebrachialis inferior abgibt. Sodann geht er nach dem Vorderarm zwischen Streck- und Beugemuskulatur, wo er sich in N. medianus und ulnaris inferior theilt.

Der N. brachialis longus inferior ist ein Homologon des gleichnamigen Nerven der Saurier (mit Ausschluss der Nn. pectoralis, coraco-brachialis und cutaneus brachii et antebrachii medialis).

B. Nn. brachiales superiores.

a. N. subscapularis 29). Mittelstarker, von Elementen der Nn. VIII. und IX. gebildeter Nerv, der sich gemeinsam mit N. scapulo-humeralis profundus von dem vorderen Hauptaste des aus der Ansa spinalis superior VIII. hervorgehenden Stammes abzweigt und in der Achselhöhle zum Hinterrand des M. subscapularis tritt.

Homologon des oberen (zur P. scapularis m. subcoracoscapularis verlaufenden Astes des N. subcoracoscapularis der Saurier.

b) N. scapulo-humeralis profundus (36^a). Ziemlich schwacher Nerv, der aus den Nn. spinales VIII. und IX. abstammt und anfangs mit dem N. subscapularis (29 verbunden ist. Nach kurzem gemeinsamen Verlaufe mit diesem Nerven zweigt er sich von ihm ab und geht zu dem M. scapulo-humeralis profundus.

Der Nerv ist dem gleichnamigen der Saurier zu vergleichen und unterscheidet sich unwesentlich von ihm durch nähere Beziehungen zu dem N. subscapularis, die in Folge des näheren Verhältnisses der beiden von ihnen innervirten Muskeln durch eine besondere Vertheilung des Nervenkittes vermittelt werden.

c) N. axillaris (32 + 33). Kräftiger Stamm, der nach Abzweigung der Nn. subscapulares, dorsalis scapulae und latissimus dorsi die Fortsetzung des vorderen Hauptastes des aus der Ansa spinalis superior VIII. hervorgehenden Stammes bildet und der aus

Elementen der Nn. spinales VIII. und IX. sich zusammensetzt. Er geht in der Achselhöhle zwischen M. scapulo-humeralis profundus und Caput scapulare externum m. anconaei nach unten und theilt sich hierauf unterhalb des letzteren Muskels in zwei ansehnliche Zweige, deren hinterer, N. cutaneus brachii et antebrachii superior lateralis (32), sich in der Haut der Lateralseite des Oberarms und des proximalen Theiles des Vorderarms sowie mit einem nicht unansehnlichen Aste, N. humero-radialis (32[a]), sich im M. humero-radialis verzweigt, während der vordere (33) bedeckt von der Endsehne des M. deltoideus scapularis nach vorn sich wendet und zwischen M. deltoideus coraco-sternalis und M. supracoracoideus eindringt, wobei er den ersteren Muskel innervirt.

Der Nerv entspricht nach seiner Endigung dem vorderen Abschnitte des N. dorsalis scapulae der Amphibien, Saurier und Chelonier, unterscheidet sich aber von ihm durch seinen Verlauf. Während er bei letzteren allenthalben oberhalb des Caput scapulare externum m. anconaei nach den von ihm versorgten Theilen verlief, geht er zum ersten Male bei den Crocodilen unterhalb dieses Muskels zu dem M. deltoideus und der Haut. Mit dieser, weniger durch den Nerven selbst als durch das Caput scapulare externum m. anconaei bedingten Lageveränderung ist einmal eine gewisse Selbstständigkeit dem hinteren (den M. deltoideus scapularis versorgenden) Theile des N. dorsalis scapulae gegenüber ausgedrückt, dann aber auch eine Verlaufsrichtung zum ersten Male bestimmt, wie wir sie ähnlich bei dem N. axillaris der Vögel und Säugethiere wiederfinden. Es ist danach erlaubt, den Nerven als ein Homologon des N. axillaris zu deuten. — Die Homologie des N. cutaneus brachii et antebrachii superior lateralis dürfte z. Z. nicht mit Sicherheit zu bestimmen sein. Im Wesentlichen entspricht der Nerv dem N. cutaneus brachii superior lateralis der Chelonier, unterscheidet sich aber von ihm durch seine extreme, bis auf den Vorderarm ausgedehnte, Verbreitung. Die Möglichkeit, dass er von dem N. brachialis longus superior abgelöste und in der Bahn des Hautastes des N. axillaris verlaufende Elemente enthalte, kann danach nicht ausgeschlossen werden. Doch lässt sich in der eigenthümlichen distalen Entwicklung von wahrscheinlich der Gruppe des M. deltoideus angehörigen Elementen (M. humero-

radialis) eine Erklärung für die distale Ausdehnung von Hautästen aus dem Gebiete des N. axillaris finden: selbstverständlich geht aber diese Erklärung nicht über den Werth einer Hypothese hinaus.

d) N. dorsalis scapulae (posterior) (31). Ziemlich schwacher Nerv, der sich von der Hinterseite des vorderen Hauptastes des aus der Ansa spinalis superior VIII. hervorgehenden Stammes gemeinsam mit dem vorderen N. teres major abzweigt und hierauf nach dem Hinterrand der Scapula verläuft, wo er sich von dem N. teres major abtrennt und zum M. deltoideus scapularis verläuft.

Homologon des hinteren Astes des N. dorsalis scapulae der Saurier.

e) N. teres major (29 b). Ein (Alligator lucius oder zwei (Crocodilus acutus mittelstarke Nerven, die sich von der Hinterseite des vorderen Hauptastes (s. den vorhergehenden Nerven) abzweigen. Bei Crocodilus ist der erste distal entspringende, aber aus mehr vorderen Spinalnerven abstammende mit dem N. dorsalis scapulae (posterior) bis zum Hinterrand der Scapula vereinigt, der zweite (proximal entspringende) mit dem vorderen N. latissimus dorsi anfangs verbunden. Beide Nerven verzweigen sich in der Innenseite des M. teres major.

Der N. teres major entspricht dem gleichnamigen Nerv der Chelonier und Saurier. Differenzen liegen in der verschiedenen Verbindung mit den anliegenden Nerven. Dieselben, da nur durch die verschiedene Vertheilung der Kittsubstanz bedingt, sind aber von keinem wesentlichen Belange: die Chelonier zeigen in diesem Stücke noch weit grössere Differenzen in ihrer eigenen Classe (Trionyx und Testudo), ohne dass die Homologie des Nerven dadurch beeinträchtigt wird.

f) Nn. latissimi dorsi 34). Zwei ziemlich kräftige Nerven, deren einer gemeinsam mit dem proximalen N. teres major von dem vorderen Hauptaste, der andere hingegen von dem hinteren Hauptaste des aus der Ansa spinalis superior VIII. sich fortsetzenden Stammes sich abzweigt. Beide Nerven, der erste nach der Abtrennung von dem N. teres major, der zweite direct, verzweigen sich im M. latissimus dorsi.

Homologon des N. latissimus dorsi der Amphibien und übrigen Reptilien.

g) N. brachialis longus superior (radialis) (35 + 38). Kräftiger Stamm, der nach Abgabe des hinteren N. latissimus dorsi die einzige Fortsetzung des hinteren Hauptastes (s. den vorigen Nerven) bildet. Er verläuft erst zwischen M. subscapularis externus und Caput scapulare externum m. anconaei, dann zwischen letzterem und dem C. coracoscapulare m. anconaei an den Oberarm und senkt sich dann zwischen den beiden letzten Muskeln in die Streckmuskulatur ein, durchsetzt sie in einer gedehnten Spirale, wobei er sie durch einige Rr. musculares (36) versorgt, und tritt dann, vor dem Epicondylus lateralis, an die Streckseite des Vorderarms und darauf der Hand.

Der N. brachialis longus superior entspricht dem gleichnamigen Nerven der Chamaeleoniden; von dem der kionokranen Saurier unterscheidet er sich dadurch, dass er die bei jenen zu einem selbstständigen N. anconaeus vereinigten Muskeläste erst im Verlaufe längs des Oberarms successive abgibt, von dem der Chelonier durch den Mangel eines N. cutaneus brachii et antebrachii superior medialis.

Die Plexus brachiales der untersuchten Saurier und Crocodile zeigen eine verhältnissmässig grosse Uebereinstimmung hinsichtlich der peripherischen Verbreitung der aus dem Plexus hervorgehenden Endäste, sowie ihres Verlaufs und ihrer Lage zum Brustgürtel und seinen Weichtheilen, bieten dagegen beträchtliche Verschiedenheiten hinsichtlich der Zahl und des Austritts der den Plexus zusammensetzenden Wurzeln, sowie ihrer gegenseitigen Verbindungen dar. Der Plexus brachialis von Platydactylus aegyptiacus setzt sich zusammen aus dem 5ten bis 9ten, der der meisten typischen Saurier aus dem 6ten bis 9ten, der von Varanus niloticus aus dem 7ten bis 10ten, der von Pseudopus Pallasii aus dem 4ten bis 6ten, der von Chamaeleo vulgaris aus dem 3ten bis 6ten, der von Crocodilus acutus aus dem 7ten bis 11ten Spinalnerven: daraus ergibt sich einerseits eine Schwankung der Nervenwurzeln von 3 (Pseudopus) bis zu 5 (Platydactylus, Chamaeleo, Crocodilus), andererseits eine Verschiedenheit im Austritte derselben, die bis zu einer Wirbeldifferenz von 4 ansteigen kann (bei Chamaeleo beginnt der Plexus mit dem 3ten, bei Crocodilus und Varanus mit dem 7ten Spinalnerv).

Die Erklärung dieser Verschiedenheit, die mehr proximale oder mehr distale Lage des Plexus anlangend, konnte auf zweifachem Wege versucht werden: entweder man nahm die Bildung des Plexus als eine constante an und musste dann eine Schwankung der vor ihm liegenden Spinalnerven resp. Halswirbel statuiren, oder man behauptete eine Constanz der Anzahl und Aufeinanderfolge der Wirbel und musste dann eine Verrückung des Plexus nach vorn oder hinten annehmen. Eine Anzahl von Gründen veranlassten mich bisher, der ersten Erklärungsweise den Vorzug zu geben. Speciell im 2. Theile dieser Abhandlung (Jenaische Zeitschrift. VIII. Band pag. 230) versuchte ich die Lage-Differenz zwischen den (hinsichtlich der Anzahl der Nervenwurzeln im Wesentlichen gleich zusammengesetzten) Plexus der Urodelen und Chelonier aus einer Einschaltung von vor dem Plexus befindlichen Spinalnerven resp. Wirbeln zu erklären, wobei ich allerdings nicht verhehlte, dass für eine solche Einschaltung noch keine Thatsache bekannt sei und dass über die Art und Weise ihrer Bildung sich z. Z. noch keine durch die Untersuchung bestätigte bestimmte Angabe machen lasse.

Seitdem bin ich, namentlich veranlasst durch Rosenberg's fruchtbare Abhandlung[1]), zu anderer Ansicht gekommen, eine Ansicht, die theils durch Solger's Arbeit über den Plexus brachialis der Faulthiere[2]), theils durch eigene ausgedehntere Untersuchungen über diesen Gegenstand in mir befestigt worden ist. Rosenberg hat in der angeführten Abhandlung unter Anderem den Nachweis geführt, dass das menschliche Becken während seiner ontogenetischen Entwicklung eine Wanderung längs der Wirbelsäule nach vorn macht, und hat diese Thatsache mit den bezüglichen Verhältnissen bei den übrigen Primaten in Parallele gebracht, bei deren tiefer stehenden Formen das Becken weit distaler der Wirbelsäule angefügt ist als bei den höherstehenden[3]). Damit verband er eine Untersuchung des Plexus

---

[1]) Rosenberg, E., Ueber die Entwickelung der Wirbelsäule und das Centrale carpi des Menschen. Dieses Jahrbuch. I. Band. Leipz. 1875. pag. 83. Taf. III—V.

[2]) Solger, B., Zur Anatomie der Faulthiere (Bradypodes). Dieses Jahrbuch. I. Band. p. 199 f. Taf. VI.

[3]) Es fand sich, dass eine Reihe existirt, die mit Nycticebus beginnt, wo das Kreuzbein mit dem 32. Wirbel anfängt, und mit Orang endet, wo der 24. Wirbel als erster Kreuzwirbel fungiren kann. Der Orang steht also hinsichtlich dieser Verhältnisse höher als der Mensch, wo in der Regel der 25. Wirbel erster Kreuzwirbel ist.

brachialis von Inuus pithecus, Chimpanzé, Mensch und Orang. Bei diesen beginnt der Reihe nach das Kreuzbein mit dem 27. (Inuus), 26. (Chimpanzé), 25. (Mensch und 24. Wirbel (Orang), während der Plexus sacralis mit dem 26. (Inuus), 25. (Chimpanzé), 24. (Mensch) und 23 Spinalnerven (Orang) seinen Anfang nahm. Da nun nirgends eine Thatsache bekannt ist, die für eine Elimination vor dem Kreuzbein liegender Wirbel spricht, im Gegentheil die embryologische Untersuchung des Menschen den Nachweis liefert, dass die Anzahl der Wirbel sich nur von hinten her verringert, in der Reihe aber immer dieselbe bleibt und dass es nur die Verschiebung des Beckens ist, die den einzelnen Wirbeln verschiedene Functionen anweist: so bleibt nur die Möglichkeit offen, die verschiedene seriale Anordnung des Plexus sacrales dadurch zu erklären, dass mit der Wanderung des Beckens nach vorn successive hintere Nerven aus dem Plexus ausgeschieden sind, während in gleicher Weise vordere Nerven in ihn aufgenommen wurden, derart, dass die hinsichtlich ihrer proximalen oder distalen Lage verschiedenen Plexus eine grosse Uebereinstimmung in ihrer sonstigen Anordnung darbieten.

Diese Erklärung Rosenberg's nehme ich auch für den Plexus brachialis an[1]). Es ist eine längst bekannte Thatsache, dass die Brusteingeweide und die Unterleibsorgane z. Th. während ihrer Entwicklung sich nach hinten verschieben. Diese Verschiebung, an der auch der Brustgürtel Antheil nimmt, ist (analog der von Rosenberg nachgewiesenen Wanderung des Beckens) nicht als eine passive, durch Einschaltung vorderer Wirbel bedingte Rückwärtsstellung, sondern als eine active Rückwärtswanderung längs der Wirbelsäule aufzufassen. Hierbei müssen natürlich auch die den Schultergürtel und seine Weichtheile versorgenden Nerven in Mitleidenschaft gezogen werden. Auch hierfür sind zwei Möglichkeiten denkbar: 1) die Nerven bleiben dieselben und werden nur mit ihren peripherischen Enden nach hinten gezogen, 2) sie verkümmern in geringerem oder grösserem Maasse und Elemente hinterer distaler Nerven übernehmen ihre Functionen. Beides ereignet sich in Wirklichkeit. Der

---

[1]) Bereits vorher hat Solger in der oben citirten Abhandlung die complete Homologie der 22 ersten Wirbel von Choloepus und Bradypus erwiesen und daran anknüpfend die Verschiebung des Plexus brachialis der Faulthiere, der bei Choloepus vom 4. bis 10., bei Bradypus vom 6. bis 12. Spinalnerven gebildet ist, betont.

erste Process, der der blossen Richtungsveränderung der Nerven, kennzeichnet sich einfach durch descendenten bis longitudinalen Verlauf der ursprünglich quer gerichteten Nerven, ohne dass damit eine wesentliche Aenderung der Elemente der Nerven und der von ihnen versorgten Theile verbunden wäre. Der zweite Process, der der metamerischen Umbildung der Nerven, offenbart sich einerseits in einer Reduction vorderer (proximaler, anderseits in einer Neubildung hinterer (distaler) Nervenelemente. Letztere vereinigen sich während der Rückwärtswanderung des Brustgürtels mit den bereits existirenden mehr proximalen zum Plexus[1]), der, anfangs ganz einfach gebildet, bei der weiteren Rückwärtswanderung sich successive mit neu hinzutretenden distalen Nerven verbindet und so allmälig immer grössere Complicationen annimmt. Während dieser Neubildung kommt es zu einer Reduction der vorderen (proximalen) Nerven, wodurch einerseits die Complicirung der Plexusbildung wieder beschränkt, andererseits der Plexus immer mehr nach hinten gerückt wird. Dass hierbei die peripherische Anordnung des Plexus im Wesentlichen dieselbe bleibt, erklärt sich aus der Gleichheit der Form und Function der von den Endästen des Plexus versorgten Weichtheile, wie

---

[1]) Dass die Plexusbildung eine Folge der activen Wanderung des Extremitätengürtels ist, wurde für den Plexus sacralis bereits von ROSENBERG (pag. 150) angedeutet. — Die Bildung des Plexus brachialis kann zugleich zum Beweise für die active Rückwärtswanderung des Brustgürtels verwerthet werden; eine passive Rückwärtsstellung desselben würde zunächst nur eine einfache Richtungsveränderung der Nerven bedingen, ohne dass es zur Bildung eines Plexus käme. Ueber die speciellere Phylogenie dieser Umbildung lassen sich nur Hypothesen machen. Doch lässt sich mit grosser Wahrscheinlichkeit annehmen, dass der Brustgürtel (und wohl auch der Beckengürtel) ursprünglich mit seinen Weichtheilen (abgesehen von der vom N. hypoglossus und Spinalnerven versorgten ventralen Muskulatur) dem Innervationsgebiet des N. vago-accessorius angehörte (rudimentäre darauf hinweisende Muskelbildungen werden durch den M. cucullaris und sterno-cleido-mastoideus und namentlich durch den M. interscapularis der Anuren (vergl. d. I. Th. dieser Abhandlung, Jenaische Zeitschrift. Band VII. p. 296 f.) repräsentirt, und dass erst mit der Rückwärtswanderung und der specifischen Differenzirung dieser Kiemenbogen-Homodyname zu Extremitätengürteln eine successive Betheiligung der Spinalnerven eintrat, die nach und nach die ursprüngliche Innervation durch N. vago-accessorius zum grössten Theile oder ganz ersetzte. Natürlich ist diese Rückwärtswanderung und die damit verbundene Umbildung als ein äusserst langsamer, grosse Zeitperioden beanspruchender Vorgang aufzufassen, der deshalb auch ontogenetisch (wegen der ontogenetischen Verkürzung) nicht zu erweisen ist. Doch gibt die ontogenetische Entwicklung der Plexus einige, wenn auch sehr beschränkte, Einblicke in diesen Bildungsmodus.

bereits von Solger für den Plexus brachialis der Faulthiere betont worden ist.

Ueber die speciellere Genese dieser Umbildung lässt sich z. Z. noch keine endgültige, in jeder Hinsicht festgestellte Angabe machen. Doch kann man aus einer Reihe von Hypothesen[1]) eine heraus-

---

[1]) Von den Möglichkeiten, die hierbei in Frage kommen, heben wir folgende hervor. Entweder ist die metamerische Umbildung nur eine scheinbare oder sie existirt in Wirklichkeit, und in letzterem Falle kann sie dann entweder auf die Nervenelemente des Plexus beschränkt sein oder sie kann mit einer metamerischen Umbildung der von seinen Endästen versorgten Theile des Brustgürtels Hand in Hand gehen.

Den ersten Fall (1. Hypothese) anlangend, handelt es sich um die Annahme, dass die Nerven der verschiedenen Plexus in gleicher Weise central (aus denselben Ganglien) entstehen und peripherisch an denselben von ihnen versorgten Theilen) enden und dass sie nur während ihres Verlaufs in den Strängen des Rückenmarks eine Richtungsveränderung erlitten haben, die den Austritt aus verschiedenen Zwischenwirbellöchern bedingt. Dass diese Annahme wenig Wahrscheinlichkeiten für sich hat, ist bereits von Solger (bei Besprechung des Plexus brachialis der Faulthiere) angedeutet worden, der auf die Veränderungen hinweist, welche aus dieser Verlagerung für die folgenden Nerven, speciell die Intercostalnerven entstehen müssten; mit der Annahme der Constanz der Wirbel darf aber auch eine gewisse Constanz des Rückenmarks behauptet werden und aus diesem Grunde dürfte eine Verlagerung seiner Elemente, wie sie diese Hypothese voraussetzt, von der Hand zu weisen sein.

Der zweite Fall betrifft die Veränderlichkeit der Nervenelemente des Plexus, während die von ihnen versorgten Organe dieselben bleiben. In diesem Falle sind wieder zwei Möglichkeiten zu unterscheiden. Entweder wird der ganze Nerv von seinem Ursprung bis zu seiner Endigung durch einen mehr distalen ersetzt, oder nur der centrale Theil des Nerven diesseits der Ansenbildung wird durch einen entsprechenden von einem hinteren (distalen) Nerven abstammenden Abschnitt ersetzt, der sich mit dem unverändert bleibenden peripherischen Theile vereinigt, worauf der ursprüngliche centrale Abschnitt ausscheidet resp. verkümmert. Mit der ersteren Annahme (2. Hypothese), die Solger zu vertreten scheint (a. a. O. p. 214: »Das Weiterschreiten der Plexusbildung bei Bradypus müsste man sich nun vorstellen als hervorgebracht durch Ausdehnung, wenn der von den Gefässanastomosen hergenommene Ausdruck hier statt haben darf, dieser (von Solger oben besprochenen) Verbindungsäste der Intercostalnerven, mit andern Worten als eine Folge der Vermehrung dieser Leitungsbahnen, die mit dem Ausscheiden vorderer Cervicalnerven aus dem Plexus einhergeht«), wird wenig für die Erklärung der metamerischen Umbildung gewonnen. Dass Nerv und Muskel ontogenetisch sich nicht im Zusammenhang entwickeln, dass vielmehr das intramuskuläre Ende des Nerven gemeinsam mit dem Muskel, aber getrennt von dem extramuskulären Theil des Nerven sich anlegt und erst später sich mit ihm verbindet, ist allerdings das Ergebniss der neueren Untersuchungen über diesen Gegenstand (cf. Engelmann, Untersuchungen über den Zusammenhang von Nerv und Muskelfaser. Leipzig 1863 und Calberla, Studien über die Entwicklung der quergestreiften

heben, welche die grössten Wahrscheinlichkeiten gegenüber den andern beanspruchen darf. Dies ist die (in der Anmerkung als 5. Hypo-

---

Muskeln und Nerven der Amphibien und Reptilien. Archiv f. mikroskop. Anatomie. XI. Band. Bonn 1875 pag. 442 f). Diese Beobachtung, deren Reellität wir durchaus nicht bezweifeln, lässt sich jedoch phylogenetisch nicht deuten und auch mit dem für Wirbellose (speciell Coelenteraten, festgestellten Zusammenhang von Nerv und Muskel (Neuromuskelzelle) nicht in Einklang bringen. Die Annahme einer separaten Ausbildung von Nerv und Muskel am lebenden Thiere lässt unverständlich, wie der Nerv auf den von ihm getrennten Muskel gewirkt haben soll. Wahrscheinlich haben wir es hier mit einer der häufigen Täuschungen der Ontogenie zu thun, welche von HAECKEL in einer neueren Arbeit (Die Gastrula und die Eifurchung der Thiere. (Fortsetzung der Gastraeatheorie etc.). Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft. IX. Band. Jena 1875. pag. 402 f.) unter den Begriff der Cenogenie subsumirt werden und welche vornehmlich darauf beruhen, dass die einzelnen Abschnitte eines einheitlichen, phylogenetisch im Zusammenhange entstandenen Ganzen (hier Muskel und Nerv) sich ontogenetisch zeitlich ungleich entwickeln, derart, dass der centrale und peripherische Theil sich aus dem embryonalen Bildungsmateriale eher herausdifferenzirt als der zwischen beiden liegende und sie verbindende Abschnitt der einheitlichen Anlage. Wenig mehr Wahrscheinlichkeit bietet die zweite Annahme (3. Hypothese) dar, welche eine Persistenz der peripheren, jenseits der Ansa gelegenen Abschnitte, hingegen eine Neubildung centralwärts gelegener Theile, die sich mit den peripherischen vereinigen, statuirt. Dass künstlich getrennte Nerventheile leicht zu einem leitungsfähigen Ganzen verwachsen können, ist allerdings eine bekannte Thatsache, die in ihren Details genau untersucht ist. Es ist daher auch die Verwachsung von in den Plexus neu eintretenden centralwärts gelegenen Nervenabschnitten nach vorhergehender Anlagerung an die bereits im Plexus befindlichen Nerventheile a priori denkbar; allein die specielleren Vorgänge dieser Verwachsung, welche jedenfalls erst nach der Reduction der Neuroglia, des Neurilemms und der Markscheide an der betreffenden Stelle stattfinden konnte, setzen eine ausserordentlich grosse Complication dieses Processes voraus, der nur mit grosser Schwierigkeit zu denken ist und auch durch keine bekannte Thatsache gestützt wird. Leicht verständlich hinwiederum ist, dass nach Bildung der neuen Verbindung, welche einen kürzeren Weg zwischen Central- und Endorgan herstellt, der bisher eine längere Wegstrecke ausmachende Theil verkümmert. Ebenso würde diese Annahme, wenn sie einen reellen Untergrund hätte, in einfachster Weise die Verschiedenheit der Plexus in ihren centralen Theilen bei Uebereinstimmung in ihren peripherischen Abschnitten erklären.

Der dritte Fall setzt eine metamerische Umbildung der Nerven und zugleich der von ihnen innervirten Hart- und Weichtheile des Brustgürtels voraus. Damit ist eine Einheit von Nerv und Endorgan (Haut, Muskel etc.) statuirt, die der phylogenetischen Entwicklung nicht widerspricht. Auch hier sind zwei Möglichkeiten denkbar: entweder der Umbildungsprocess geht derart vor sich, dass hinter dem Brustgürtel gelegene Theile der Haut und der Muskulatur in den Bereich des Brustgürtels und der vorderen Extremität gezogen werden, oder er findet so statt, dass zwischen den bereits vorhandenen Haut- und Muskelelementen des Brustgürtels und der vorderen Extremität entspre-

these zuletzt angeführte), welche eine metamerische Umbildung der Nerven und der von ihnen versorgten Haut-

---

chende von hinteren (distalen) Nerven versorgte Elemente neugebildet werden. Die erste Annahme (4. Hypothese) setzt eine mit Neubildung verbundene Ueberwanderung von ursprünglich der Thoraxregion angehörigen Theilen der Haut und Muskulatur in den Bereich des Brustgürtels voraus, welche zwar für die ausserordentlich umbildungsfähige und verschiebbare Haut verständlich ist, für die Muskulatur aber eine Summe von Neubildungen, Aberrationen und Ablösungen bedingen würde, die in keiner Weise durch irgend eine bekannte Thatsache gestützt ist. Fände dieser Process in Wirklichkeit statt, so würden jedenfalls hier und da Uebergangsbildungen von Rumpf- und Schultermuskulatur existiren und zu beobachten sein. Dies ist aber z. Z. noch nirgends der Fall gewesen. Ausserdem kann nicht verhehlt werden, dass dieser Annahme die constante Lage der vor oder durch den Brustgürtel verlaufenden Nerven (z. B. N. supracoracoideus) durchaus nicht entspricht. Die zweite Annahme (5. Hypothese), die vielleicht Rosenberg in Anwendung auf den Plexus sacralis im Sinne gehabt hat (a. a. O. pag. 150: »Es kann nur (für den Plexus sacralis) angenommen werden, dass die Aehnlichkeit in der Anordnung der Nerven in secundärer Weise und zwar dadurch zu Stande gekommen ist, dass Hand in Hand mit der Umformung der Wirbelsäule auch eine Umformung des Plexus stattgehabt, und zwar in dem Sinne, dass in die Zusammensetzung der genannten Plexus successive weiter proximalwärts gelegene Spinalnerven übertragen werden, ein Vorgang der zwar im Detail (Möglichkeiten existiren jedoch) schwierig construirbar ist, aber schon deshalb im Princip nicht undenkbar ist, weil mehrere Spinalnerven einem und demselben peripheren Nerven Fasern zusenden«), betont eine Neubildung ohne Ueberwanderung von Haut- und Muskeltheilen. Dieser Process ist so zu denken, dass von hinteren (distalwärts gelegenen) Nervenstämmen her eine Neubildung von Nervenfasern beginnt, die sich an die Fasern der vorderen Stämme anlegen und in ihren Bahnen verlaufen, und dass zugleich mit dieser Nervengeneration eine Neubildung von Muskel- und Hautelementen Hand in Hand geht, welche von den neugebildeten Nervenfasern versorgt werden und zwischen (hinter) den bisher bestandenen Theilen eingelagert sind. Mit dem Weiterschreiten dieser Neubildung geht eine allmälige Reduction der bisherigen (proximal gelegenen) Elemente vor sich, so dass endlich an Stelle des früheren, von einem vorderen (proximalen) Nerv versorgten Muskels oder Hauttheils ein neuer von einem hinteren (distalen) Nerv innervirter getreten ist. Fehlt auch dieser Hypothese die causale Begründung und ist der betreffende Process auch im Detail nicht leicht zu construiren, so hat sie jedenfalls das für sich, dass ihr keine bekannte Thatsache widerspricht und dass sogar manches Ergebniss der Untersuchung mit ihr übereinstimmt. Dies gilt namentlich für die häufig beobachteten Fälle, wo derselbe Muskel von Nerven versorgt wird, welche bei den verschiedenen Individuen derselben Thierart von verschiedenen Spinalnerven abstammen. In diesen Fällen haben wir bei den einzelnen Individuen verschiedene Stufen der Entwicklung repräsentirt, welche die einzelnen Stadien des phylogenetischen Entwicklungsvorgangs in deutlichster Weise recapituliren resp. ihnen vorauseilen (Ueber diese Recapitulirung und sogenannte Anticipirung vergl. übrigens Hensel, Ueber Hipparion mediterraneum. Abhandl. der Kön. Akademie der Wissenschaften zu Berlin. Jahrgang 1800. Berlin 1801 pag. 71).

und Muskeltheile durch Neubildung ohne Ueberwanderung annimmt. Mit Annahme dieser Hypothese tritt selbstverständlich die Vergleichung der Schultermuskeln in ein neues, verändertes Stadium. Während nach den bisherigen Annahmen die Schultermuskeln auch bei verschiedener metamerer Lagerung des Plexus brachialis im Wesentlichen dieselben blieben, werden sie nach der eben angeführten Hypothese durch neue, zwar entsprechend gebildete, aber distaleren Metameren angehörige ersetzt: die Vergleichung wird also nicht mehr von echten, completen Homologien reden können, sondern nur von incompleten Homologien, und zwar von Homodynamien, die aber wegen der mehr oder minder vollständigen morphologischen Nachahmung zu den proximaleren Bildungen in einem engeren Verhältnisse der Homodynamie stehen, das ich als imitatorische Homodynamie oder Parhomologie bezeichnen möchte[1]).

Hiermit beschliesse ich diese Excursion, indem ich mir vorbehalte, später diese Frage eingehender zu behandeln.

Die früher 1. Theil dieser Abhandlung. Jenaische Zeitschrift f. Naturwissenschaft VII. Band pag. 240, von mir bezüglich der Innervirung der Muskeln gegebenen Ausführungen erleiden somit insofern eine Modificirung, als ich die Annahme von der Constanz des Austritts der Nerven aus den Intervertebrallöchern nicht mehr aufrecht erhalte. Die Bedeutsamkeit der Nerven für die Bestimmung der Muskelhomologien wird dadurch keineswegs geschwächt: im Gegentheil kann behauptet werden, dass gerade nach den letzten Erörterungen dieselbe sowohl in materieller als in formeller Hinsicht erhöht worden ist.

Eine Vergleichung dieser Hypothesen und der für oder gegen sie sprechenden Gründe ergibt also ausserordentlich geringe Wahrscheinlichkeiten für die erste, zweite und vierte Hypothese sowie ziemlich geringe für die dritte Hypothese, während die fünfte Hypothese die grössten Wahrscheinlichkeiten für sich hat.

[1]) Im Folgenden werden wir, einmal um die Darstellung nicht zu compliciren, dann weil die obige Hypothese noch nicht sicher gestellt ist, bei Besprechung der einzelnen Nerven und Muskeln in der Regel noch die Bezeichnung Homologien brauchen. Ist diese Hypothese bewiesen, so wird es Jedem leicht sein, allenthalben, wo es sich um verschiedene Metameren der versorgenden Nerven handelt, an Stelle der Homologien imitatorische Homodynamien oder Parhomologien zu setzen.

§. 12

Muskeln der Schulter und des Oberarms [1]).

A. Kionokrane Saurier (incl. Hatteria).

(Vergl. Taf. XXIV u. XXV. Fig. 63—82.)

Die Muskeln der Schulter und des Oberarms der kionokranen Saurier bieten entsprechend der hohen Differenzirung der mit ihnen

---

[1]) Literatur:

Lehmann, J. W. D., Ueber die Zerbrechlichkeit der Blindschleiche und die Uebereinstimmung ihres inneren Baues mit den Eidechsen. Magaz. d. Gesellsch. naturf. Freunde zu Berlin 1811. pag. 14 f. (Muskeln von Anguis fragilis.)

Buttmann, H., a. a. O. Halae 1826. pag. 17 f. (Muskeln von Crocodilus, ohne Angabe der Species.)

Meckel, a. a. O. 3. Th. Halle 1828. pag. 158 f., pag. 170 f., pag. 193 f., pag. 211 f. (Gute Beschreibung der Muskeln von Gecko, Anguis, Lacerta, Monitor, Polychrus, Iguana, Calotes, Draco, Chamaeleo und Crocodilus.)

Heusinger, a. a. O. Eisenach 1829. pag. 481 f. (Taf. I—III). (Lacerta [wahrscheinlich viridis], Pseudopus, Anguis, Amphisbaena.)

Cuvier, G., Leçons etc. 2. éd. p. Dumeril. Tome I. Paris 1835. pag. 325 f. pag. 378 f., pag. 399, pag. 421 f. (Kurze Notizen über die Muskeln der Crocodile und Saurier im Allgemeinen; letztere sind weniger berücksichtigt.)

Fischer, a. a. O. Hamburg 1852. pag. 66. (Notiz über einen »M. omomastoideus«.)

Pfeiffer, a. a. O. Giessen 1854. pag. 41 f. (Fig. XI). (Kurze aber gute Beschreibung der Schultermuskeln von Tejus monitor, Lacerta agilis, Scincus multifasciatus, Chamaeleo senegalensis und vulgaris und Alligator lucius.

Stannius, a. a. O. Berlin 1856. pag. 122, pag. 126 f. (Muskeln der Saurier und Crocodile im Allgemeinen.)

Haughton, On the Muscular Anatomy of the Crocodile. a. a. O. Dublin 1866. pag. 268 f. (Kurze aber genaue Darstellung der Muskeln von Crocodilus niloticus.)

Mivart, Notes on the Myology of Iguana tuberculata. a. a. O. London 1867. pag. 766 f. (Sehr genaue Beschreibung der Muskeln von Iguana tuberculata.)

Günther, a. a. O. London 1867. II. pag. 18 f. (Kurze Darstellung der Muskeln von Hatteria.)

Rüdinger, a. a. O. Haarlem 1868. pag. 7 f., pag. 14 f., pag. 59 f., p. 98, pag. 104. (Fig. I., II., XII.—XIV., XVI.—XVIII.) (Beschreibung der Muskeln von Platydactylus guttatus und muralis, Cyclodus Boddaertii DB (= gigas), Anguis fragilis, Pseudopus Pallasii, Seps tridactylus, Gongylus ocellatus, Lacerta ocellata, viridis u. agilis, Uromastix spinipes, Stellio vulgaris,

in Verbindung stehenden Knochen eine Mannigfaltigkeit der Bildungen dar, wie sie weder bei den Amphibien und Cheloniern existirt,

---

Draco Daudinii DB (= viridis), Istiurus (= Basiliscus) amboinensis Cuv., Phrynosoma Harlanii Wiegm. (= cornutum), Chamaeleo vulgaris, Alligator lucius, cynocephalus und sclerops. Von den typischen Sauriern ist vorwiegend Lacerta viridis berücksichtigt. Die ausserdem noch angeführte Lacerta gecko ist identisch mit Platydactylus guttatus. — Bemerkenswerth und bezeichnend für das vergleichend-anatomische Verfahren in der RÜDINGER'schen Abhandlung ist die Scheidung der Saurier und Crocodile in 3 Abtheilungen, von denen die erste die fusslossen Saurier umfasst, welche ganz für sich in einem besonderen den übrigen Reptilien und den Vögeln gegenübergestellten Abschnitte behandelt werden, die zweite die Saurier mit rudimentären Extremitäten (Seps, Gongylus) enthält, welche von den übrigen Sauriern abgelöst und gemeinsam mit den geschwänzten Batrachiern besprochen werden, und die dritte die übrigen typischen Saurier mit den Crocodilen vereinigt darstellt.)

ROLLESTON, a. a. O. London 1868. pag. 609 f. Pl. X. LVII. (Sehr genaue und eingehende Vergleichung einzelner Schultermuskeln der Crocodile mit denen der Vögel und Säugethiere.)

HAUGHTON, On the Muscular Anatomy of the Alligator. a. a. O. London 1868. pag. 283. (Pl. X.) (Kurze Beschreibung der Muskeln vom Alligator lucius.)

SANDERS, Notes on the Myology of Platydactylus japonicus. A. a. O. London 1870. pag. 413 f. (Gute Darstellung der Muskeln von Platydactylus japonicus.)

MIVART, On the Myology of Chamaeleo Parsonii. a. a. O. London 1870. pag. 850 f. (Sehr eingehende Beschreibung der Muskeln von Chamaeleo Parsonii.)

FÜRBRINGER, a. a. O. Leipzig 1870. p. 16 f. (Muskeln von Euprepes carinatus und septentaeniatus, Gongylus ocellatus, Seps tridactylus, Ophiodes striatus, Pygopus lepidopus, Pseudopus Pallasii, Anguis fragilis, Lialis Burtonii, Acontias meleagris, Amphisbaena fuliginosa und Lepidosternon microcephalum.)

SANDERS, A., Notes on the Myology of Liolepis Belli. A. a. O. London 1872. pag. 154 f. (Sehr genaue Darstellung der Muskeln von Liolepis Bellii).

HUMPHRY, Notes on the Muscles of the Glass-Snake (Pseudopus Pallasii). Journ. of Anat. and Phys. Vol. VI. Cambridge and London 1872 pag. 287 f. (Genaue Beschreibung der Muskeln von Pseudopus Pallasii.)

SANDERS, A., Notes on the Myology of the Phrynosoma coronatum. A. a. O. London 1874. pap. 71 f. (Eingehende Darstellung der Muskeln von Phrynosoma coronatum.)

Zur eigenen Untersuchung dienten Varanus niloticus, Ameiva vulgaris, Salvator Merianae, Lacerta ocellata, L. agilis, L. muralis, Pseudopus Pallasii, Trachysaurus rugosus, Gongylus ocellatus, Euprepes carinatus, Seps tridactylus, Anguis fragilis, Iguana tuberculata, Lophyrus tigrinus, Uromastix spinipes, Platydactylus aegyptiacus; — Chamaeleo dilepis, Ch. sulgaris; — Crocodilus acutus, Alligator lucius. — Das untersuchte Material verdanke ich grösstentheils der Güte der Herren Geh. Hofr. GEGENBAUR und Geheimrath PETERS.

noch bei den höher stehenden Abtheilungen der Wirbelthiere sich wiederfindet. Dieser Reichthum der Formen, gegenüber den einfacheren Verhältnissen der Amphibien und Chelonier, zeigt sich theils in dem Auftreten neuer Muskeln, theils in der viel weiter gehenden Differenzirung der jenen bereits zukommenden Bildungen. Im Zusammenhang mit der Rückwärtswanderung des Brustgürtels hat einerseits der ursprüngliche nur vom N. vago-accessorius aus innervirte M. cucullaris einen reichen Zuwachs von neugebildeten durch Elemente der Nn. spinales versorgten Muskelfasern bekommen, andererseits ist der von den Nn. thoracici superiores innervirte Complex der Mm. levator scapulae und serratus um mehrere Metameren nach hinten ausgedehnt worden und ist eine Differenzirung in Zacken und Schichten eingegangen, wie sie selbst von den in dieser Hinsicht sehr hoch entwickelten Bildungen der Anuren nicht erreicht wird. Die an der Ventralseite der Brust liegenden und von den Nn. thoracici inferiores versorgten Abkömmlinge der Bauchmuskeln haben sich zu einer ganzen Gruppe selbstständiger Bildungen (Mm. sterno-coracoideus internus superficialis, sterno-coracoideus internus profundus, sterno-costo-scapularis) abgegliedert[1]). Die von dem Brustgürtel und Brustbein an die Extremität gehenden Muskeln lassen sich im Allgemeinen auf die einfacheren Bildungen der Amphibien, namentlich der Urodelen und der Chelonier zurückführen, sie zeigen aber im Speciellen eine weit höhere Differenzirung, die einerseits Hand in Hand geht mit der Ausbildung secundärer selbstständiger Knochentheile (besonders der Clavicula), anderseits sich in einer genaueren Scheidung der Nervengebiete, wie sie bereits den höheren Cheloniern zukam, ausspricht. Eine besondere (nur an gewisse Verhältnisse bei den Anuren erinnernde) Bildung ist der M. scapulo-humeralis profundus; relativ am höchsten, gegenüber den Bildungen der tieferstehenden Abtheilungen, sind die von dem N. brachialis superior versorgten dorsalen (Streck-) Muskeln, insbesondere die Mm. latissimus dorsi, subcoracoscapularis und anconaeus, entwickelt. — Durch mehr oder minder vollkommene Rückbildung der Extremitäten (bei Ptychopleuren und Scincoiden) können diese complicirten Bildungen in verschiedenem Grade reducirt werden.

[1]) Einzelne Verhältnisse weisen sogar darauf hin, dass diese Gruppe, ebenso wie der M. anconaeus, bei den früheren paläontologischen Perioden angehörigen kionokranen Sauriern eine noch höhere Entwicklung hatte und jetzt bereits im Zustande der Rückbildung befindlich ist.

Die Muskeln der Schulter und des Oberarms der Chelonier lassen sich in folgender Weise eintheilen:

A. Durch N. vago-accessorius und Nn. thoracici anteriores innervirt.

Ursprung vom Hinterkopfe, Insertion vorwiegend an dem secundären Brustgürtel und Brustbein:

a) Insertion am dorsalen Abschnitte (scapularer Theil der Clavicula und z. Th. Scapula), Innervation durch hintere Nn. thoracici anteriores:

Capiti-dorso-clavicularis (*Cucullaris*).

b) Insertion am ventralen Abschnitte (episternaler Theil der Clavicula) und Episternum, Innervation durch R. externus n. vago-accessorii und durch vordere Nn. thoracici anteriores:

Capiti-cleidoepisternalis (*Episterno-cleido-mastoideus*).

B. Durch Nn. thoracici superiores innervirt.

Ursprung von Rippen (oder Processus transversi), Insertion am dorsalen Abschnitte des Brustgürtels (Scapula und scapulares Ende der Clavicula):

a) Insertion am Vorder- und Hinterrande sowie der Aussenfläche (und nur zum geringsten Theile der Innenfläche) der Scapula (und Clavicula); oberflächliche Schicht.

α) Ursprung vom Halse:

Collo-scapularis superficialis (*Levator scapulae superficialis*).

β) Ursprung vom Rumpfe:

Thoraci-scapularis superficialis (*Serratus superficialis*).

b) Insertion an der Innenfläche der Scapula; tiefe Schicht:

Collo-thoraci-scapularis profundus (*Levator scapulae et Serratus profundus*).

C. Durch Nn. thoracici inferiores innervirt.

a) Ursprung von der Innenfläche des Sternums, In-

sertion an der Innenfläche des ventralen Abschnittes des primären Brustgürtels:

Sterno-coracoideus internus superficialis.

Sterno-coracoideus internus profundus.

b) Ursprung von der ersten Sternocostalleiste und dem Seitenrande des Sternums, Insertion an der Innenfläche des dorsalen Abschnittes des primären Brustgürtels:

Sternocosto-scapularis (*Costo-coracoideus*).

D. Durch Nn. brachialis inferiores innervirt.

a) Ursprung vom Rumpfe (Bauchfläche, Rippen, Sternum und Episternum), Insertion am Oberarm:

Pectoralis.

b) Ursprung vom ventralen Theile des primären Brustgürtels (Coracoid incl. Pro- und Epicoracoid).

α) Innervation durch N. supracoracoideus, Insertion am Oberarm:

Supracoracoideus.

β) Innervation durch Aeste des N. brachialis longus (Nn. coraco-brachialis und coraco-antebrachialis).

aa) Insertion am Oberarm:

Coraco-brachiales.

bb) Insertion am Vorderarm:

Coraco-antebrachialis (*Biceps brachii*).

c) Ursprung vom Oberarm, Insertion am Vorderarm:

Humero-antebrachialis.

E. Durch Nn. brachiales superiores innervirt.

a) Ursprung vom Rumpfe (obere Dornfortsätze der Rückenwirbel), Insertion am Oberarm:

Dorso-humeralis (*Latissimus dorsi*).

b) Ursprung von der Aussenfläche des Brustgürtels, Insertion am Oberarm:

α) Insertion am Processus lateralis humeri:

aa) Ursprung von der Scapula:

Dorsalis scapulae (*Deltoideus scapularis s. superior*).

bb) Ursprung von der Clavicula:

Cleido-humeralis (*Deltoideus clavicularis s. inferior*).

β) Insertion an der Streckfläche distal vom Processus medialis:

aa) Verlauf lateral vom Caput scapulare m. anconaei:

Scapulo-humeralis profundus.

aa) Verlauf medial vom Caput scapulare m. anconaei:

Teres major.

c) Ursprung von der Innenfläche des primären Brustgürtels (Scapula und Coracoid), Insertion am Processus medialis humeri:

Subcoracoscapularis.

d) Ursprung vom primären Brustgürtel (Scapula und Coracoid) und vom Oberarm, Insertion am Vorderarm (Ulna):

Anconaeus.

1. Capiti-dorso-clavicularis (Cucullaris) (*cu*) und Capiti-cleido-episternalis (Episterno-cleido-mastoideus) (*cclest*.

a) *Cucullaris:*

Oberer Rückwärtszieher (hinterer Theil des Kappenmuskels oder Kappenmuskel und breiter Rückenmuskel) und Theil des oberen Vorwärtsziehers (Kappenmuskel, Rautenmuskel und Halshautmuskel): MECKEL (Anguis).

Oberer Rückwärtszieher (Cucullaris) und Theil des oberen Vorwärtsziehers (Sterno-cleido-mastoideus): MECKEL (typische Saurier).

Oberer Rückwärtszieher (Cucullaris) und obere Portion des oberen Vorwärtsziehers (Sterno-cleido-mastoideus?): HEUSINGER.

Cucullaris, Trapezius: PFEIFFER, STANNIUS, MIVART, RÜDINGER (typische Saurier), SANDERS.

Cucullaris und Theil des Cleidomastoideus: RÜDINGER (fusslose Saurier).

Dorso-clavicularis (Cucullaris) und hintere Portion des Sterno-cleido-mastoideus: FÜRBRINGER.

Latissimus und Trapezius: HUMPHRY.

b) *Episterno-cleido-mastoideus:*

Sterno-occipitalis: LEHMANN.

Theil des oberen Vorwärtsziehers (Kappenmuskel, Rautenmuskel und Halshautmuskel): MECKEL (Anguis).

Theil des oberen Vorwärtsziehers (Kopfnickers): Meckel (typische Saurier).

Untere Portion des oberen Vorwärtsziehers (Sterno-cleido-mastoideus?): Heusinger.

Cleido-mastoïdien, Cleido-mastoideus: Duméril (Cuvier), Stannius, Rüdinger (Pseudopus, Anguis, Seps und Gongylus).

Sterno-cleido-mastoideus: Mivart, Rüdinger (Saurier mit wohlentwickelten Extremitäten), Sanders (Platydactylus), Humphry.

Vordere Portion des Sterno-cleido-mastoideus: Fürbringer.

Sterno-mastoideus: Sanders (Liolepis und Phrynosoma).

Der M. capiti-dorso-clavicularis Cucullaris und der M. capiti-cleido-episternalis Episterno-cleido-mastoideus werden bei den kionokranen Sauriern durch eine bei den Einzelnen sehr verschieden ausgebildete flache Muskelausbreitung am Halse und am Anfangstheile des Rückens vertreten, die in ihrem vorderen Abschnitte von den Mm. sphincter colli [1]) und depressor mandibulae digastricus bedeckt ist, während sie in ihrem hinteren frei unter der Haut und über dem vorderen Theile des M. latissimus dorsi liegt.

Diese Muskelausbreitung bietet in ihrer vollständigsten Entwickelung Varanus, Ameiva, Podinema, Lacerta, einzelne Scincoiden, Iguana, Calotes, Liolepis, Uromastix, Platydactylus eine breite Schicht dar, welche von dem hinteren Theile des Schädels in verschiedener Ausdehnung Squamosum, Parietale, Occipitale laterale und der dorsalen Kante des Halses und Rückens entspringt und mit stark convergirenden Fasern nach hinten, unten und vorn

[1]) Halshautmuskel der Aut., Latissimus colli Rüdinger's, Subcutaneus colli Humphry's. — Der Vergleichung mit dem M. latissimus colli der Säugethiere können wir nicht beistimmen, da leicht erweislich Sphincter colli der Reptilien und Vögel und Latissimus colli der Säuger verschiedene Bildungen sind. Rüdinger lässt den Latissimus colli von Pseudopus sich aus der vorderen Abtheilung des Cucullaris hinter dem Ohre nach der ventralen Fläche ziehen, eine Angabe, die (wie die ähnliche Meckel's auf ungenauer Beobachtung beruht. Allerdings steht bei einzelnen Reptilien der Sphincter colli auch mit tieferen Theilen des Halses im Zusammenhang, nie aber gehen seine Fasern aus dem M. cucullaris hervor. Die entsprechende Bildung von Anguis betreffend, sagt Rüdinger: »Der Latissimus colli ist kaum angedeutet, aber man kann auch annehmen, dass derselbe bei der Wegnahme der Haut grösstentheils verloren geht.« Die Häufigkeit von Anguis erlaubte wohl die Untersuchung eines zweiten Exemplars und damit die vorsichtigere Entfernung der Haut, um die Frage zu entscheiden, ob der Muskel nur schwach vorhanden ist oder — mit der Wegnahme der Haut grösstentheils verloren geht!

zu dem vorderen Rande des Brustgürtels geht, wo sie inserirt. Der von dem Kopfe entspringende Theil ist von Anfang an fleischig und übertrifft den von Hals und Rücken kommenden an Dicke; dieser entspringt aponeurotisch, und zwar theils von der die epaxonische Halsmuskulatur deckenden Fascie, wobei seine Aponeurose oft mit der der Gegenseite zusammenhängt, theils von den Dornen der hinteren Hals- und vorderen Brustwirbel[1]. Die Insertion findet in wechselnder Weise an Episternum, Clavicula und Scapula, sowie bei Einzelnen auch an der Brustfascie statt.

Bei Ameiva und Salvator, mitunter auch bei Lacerta bildet die beschriebene Muskelausbreitung eine einzige continuirliche Schicht, die höchstens eine ganz leise Andeutung einer Trennung in ihrem vorderen Theile zeigt, während bei den übrigen untersuchten Sauriern eine deutlich ausgebildete Scheidung des Muskels existirt. Diese Scheidung wird auf zweifach verschiedene Weise vermittelt, entweder (Varanus) durch einen Spalt im hinteren Theile des Muskels, der eine vom Kopf und Hals entspringende und eine vom Rücken kommende Partie trennt, oder durch einen mehr (Uromastix, Liolepis, Iguana, Trachysaurus, Platydactylus) oder weniger (Lacerta, Ophiodes) entwickelten langen Spalt in der vom Kopf entspringenden Portion, welcher den Muskel in einen langen und verhältnissmässig schmalen unteren und vorderen und einen breiten oberen und hinteren Abschnitt trennt: ersterer repräsentirt den M. capiti-cleido-episternalis (episterno-cleido-mastoideus), letzterer den M. capiti-dorso-clavicularis (cucullaris). Der M. capiti-cleidoepisternalis (*ecl*) entspringt vom Os squamosum und verläuft als ein ziemlich kräftiger bandartiger Muskel über dem M. collo-scapularis superficialis[2] nach unten und hinten zum vordern Theile des ventralen Bereichs des Brustgürtels und des Brustbeins, wo er in verschiedener Ausdehnung inserirt[3]; mitunter einzelne Scincoiden und

---

[1] Der Ursprung ist nach hinten ausgedehnt bis zum 5. Rückenwirbel bei Iguana, bis zum 4. bei Ameiva, Salvator, Lacerta, Liolepis, Uromastix, Platydactylus, bis zum 3. bei Varanus und Trachysaurus.

[2] Meckel beschreibt (pag. 150) bei Monitor ein Verwachsensein mit diesem Muskel (Schulterheber) und fasst ihn danach, mit Unrecht, als »vordern längsten Bauch des Schulterhebers« auf.

[3] Die Insertion findet bei den Meisten am Episternum statt, bei Einzelnen heften sich die Fasern ausserdem auch an die Clavicula und durch Vermittelung eines starken Bandes an das Sternum (Iguana cf. Mivart), oder auch an die Clavicula und eine von Episternum zu Acromion erstreckte Membran an (Uromastix). — Stannius führt eine Insertion an der Clavicula als Regel an,

Ascalaboten) verlaufen einzelne oberflächliche Fasern noch weiter nach hinten und enden an der Fascie des Brustmuskels[1]). Der M. capiti-dorso-clavicularis (*cu* kommt vom Os occipitale und mitunter auch vom Os parietale, sowie von der Rückenkante des Halses und des Rückens bis zum Bereiche des 3.—5. Brustwirbels und geht mit stark convergirenden Fasern an den dorsalen Theil der Clavicula und bei einigen auch an den angrenzenden Theil der Scapula[2]).

Diese Ausbildung der Muskeln geht einer Anzahl von kionokranen Sauriern ab. Bei diesen (die meisten Scincoiden, namentlich die mit verkümmerten Extremitäten, sowie Pseudopus) zeigt sich namentlich im Bereiche des Halstheils des M. capiti-dorso-clavicularis (cucullaris), der auch bei vollkommener Ausbildung des Muskels immer schwächer als der hintere war, eine Reduction der Muskelfasern, welche eine Trennung desselben in eine vordere vom Kopf und dem Anfang des Halses kommende und eine hintere vom Rücken entspringende Partie bedingt. Je nach der Ausbildung dieser Reduction bieten dann beide Partien des Cucullaris zwei von

---

eine Angabe, die von keinem Untersucher bestätigt worden ist. — RÜDINGER's Beschreibung leidet an mehrfachen Ungenauigkeiten. So lässt er den Muskel bei Lacerta von dem »dünnen mit dem Brustbein zusammenhängenden Knochen etc.«, bei Phrynosoma von dem »ziemlich breiten Brustbein etc.« entspringen (inseriren), ohne die derartig angeführten Knochen näher zu präcisiren, so dass nicht ersichtlich ist, ob unter dem ersten das Episternum und ob unter dem letzten das Episternum oder Sternum gemeint ist.

[1]) Diese Anheftung ist auch von MECKEL und RÜDINGER, als Ursprung vom Pectoralis oder als Zusammenhang mit diesem Muskel, angegeben worden. In Wirklichkeit wird die Verbindung, die übrigens sehr lose ist, erst durch die Brustfascie vermittelt.

[2]) Die Insertion an der Clavicula kommt sämmtlichen Sauriern mit wohl ausgebildetem M. cucullaris zu; ausserdem aber können obere Fasern auch an dem angrenzenden Theile der Scapula (Processus clavicularis) in grösserer (Liolepis) oder geringerer Ausdehnung (Ameiva, Salvator, Lacerta, einzelne Scincoiden) sich anheften. Bei Uromastix findet die Insertion ausser an dem Processus clavicularis scapulae zum grossen Theile an einem von diesem zu dem Episternum ausgespannten Bande statt, während nur unbedeutende Fasern sich mit der Clavicula selbst verbinden. — RÜDINGER führt an (pag. 61), dass die hintere Abtheilung des M. cucullaris sich »an das mit dem Schlüsselbein knöchern verbundene Os acromiale anhefte, so dass man nicht bestimmt entscheiden kann, ob der Muskel mit den beiden Knochen oder nur mit dem Acromion oder dem Schlüsselbein in Verbindung steht.« Eine nur einigermassen sorgfältige Präparation würde RÜDINGER über die wahre Natur dieser Verbindung von Clavicula und »Os acromiale« vollständig aufgeklärt und somit seine Zweifel, die Insertion des M. cucullaris betreffend, sofort gelöst haben.

einander oft weit entfernte und ganz verschieden faserige Muskeln dar, von denen der erstere neben dem M. capiti-cleidoepisternalis vom Kopf und Anfang des Halses schräg nach unten und hinten zur Clavicula und der die Brustregion deckenden Fascie verläuft und sich oft durch deren Vermittelung mit Elementen des M. obliquus abdominis externus verbindet[1], während der letztere als ein ziemlich kleiner Muskel von der oberen Rückenkante im Bereiche des 6. bis 13. Wirbels in wechselnder Ausdehnung entspringt und an den oberen Theil der Clavicula geht[2]. Bei Lophyrus ist diesem Reductionsprocesse die ganze vordere Partie des M. capiti-dorso-clavicularis anheimgefallen: der Cucullaris stellt hier einen ganz kleinen Muskel dar, der von den Processus spinosi des 6. bis 10. Wirbels entspringt und nach kurzem Verlaufe an dem Suprascapulare inserirt. Aehnlich ist auch der M. capiti-cleidoepisternalis zu einem schlanken Muskelbündel reducirt, das vom Os squamosum zum Episternum und der Brustfascie verläuft. Bei Phrynosoma endlich ist der ganze M. cucullaris entweder bis auf minimale Muskelreste (Phrynosoma Harlanii: Rüdinger, eig. Beob.) oder vollkommen

---

[1]) In diesem Falle (bei fusslosen Sauriern) fehlt oft die Insertion an der Clavicula, indem der ganze Muskeltheil einen durchaus oberflächlichen Verlauf darbietet. Dieses Verhalten ist vergleichend-anatomisch von Wichtigkeit. Die näheren Details vergleiche bei Fürbringer a. a. O. pag. 25 f. — Rüdinger führt auch für Seps und Gongylus eine Verbindung mit den Mm. rectus und obliquus abdominis an; an dem von mir untersuchten Exemplare von Seps wurde dieselbe vermisst. Seine Angaben über diese Verbindung bei Anguis kann ich bestätigen. Bei Pseudopus lässt er den M. cleidomastoideus (der nach meiner Darstellung auch Elemente des M. cucullaris in sich enthält) »mit der grösseren Abtheilrng von dem (erwähnten) sehnigen Bande (»das vielleicht als Rudiment des Acromion aufgefasst werden könnte«, und mit der kleineren oberen »vom lateralen Ende der Clavicula« entspringen. Diese Angabe bleibt unverständlich. Wenn Rüdinger das erwähnte Band mit dem Acromion vergleicht (eine Deutung, die übrigens leicht widerlegt werden kann und zu der nicht einmal eine Veranlassung vorliegt, da Pseudopus eine Clavicula hat, die wie bei den andern Sauriern mit der Scapula verbunden ist), so muss er annehmen, dass es dorsal von der Clavicula oder wenigstens nicht ventral von ihr liegt; und doch lässt er die obere Partie von der Clavicula, die andere (also die untere) von seinem Acromialhomologon entspringen!

[2]) Auch können einzelne Fasern an den anliegenden Theilen der Scapula sich anheften; immer aber ist diese Insertion ganz untergeordneter Natur und erreicht nie die Ausdehnung, wie sie Meckel bei Anguis beschreibt. Da, wo die Clavicula als selbstständiger Skelettheil vollkommen fehlt, wie z. B. bei Acontias, stellt der hintere Theil des M. cucullaris nur eine von dem M. ileocostalis sich abhebende Lamelle dar.

(Phrynosoma coronatum: SANDERS) reducirt und durch Bindegewebe ersetzt, während der M. capiti-cleido-episternalis [1]) nur in geringem Maasse verkümmert ist.

Innervirt durch R. accessorius externus n. vago-accessorii (M. capiti-cleidoepisternalis) und durch die Nn. thoracici anteriores III. (1^a), IV. (2^a) und V. (3^a) (M. capiti-cleido-episternalis und M. capiti-dorso-clavicularis) [2]).

Die Mm. capiti-cleidoepisternalis (episterno-cleido-mastoideus) und capiti-dorso-clavicularis (cucullaris) stellen Muskelbildungen vor, die weder den gleichnamigen der Amphibien noch denen der Säugethiere direct homolog sind. Die Hauptdifferenz liegt in der Verschiedenheit der Innervirung: bei den Amphibien wird der M. cucullaris lediglich vom N. vago-accessorius, bei den Säugethieren gleich wie der M. sterno-cleido-mastoideus durch Elemente des N. vago-accessorius und spinaler Nerven versorgt; bei den kionokranen Sauriern hingegen innervirt der R. accessorius externus n. vago-accessorii nur den kleinsten, unteren und vorderen, Theil (M. capiti-cleidoepisternalis) in Gemeinschaft mit spinalen Nervenelementen (speciell vom 3. Spinalnerven), während die Hauptmasse (M. cucullaris) lediglich von Spinalnerven (Nn. thoracici III.—V.) versorgt wird. Es können danach die in Frage kommenden Bildungen der Amphibien (M. capiti-dorso-scapularis der Urodelen, M. capiti-scapularis der Anuren) nur mit dem M. capiti-cleidoepisternalis der kionokranen Saurier, und zwar auch nur mit dessen von N. vago-accessorius innervirten Elementen verglichen werden, während eine Homologie mit den von den Nn. thoracici anteriores versorgten Muskeltheilen (M. capiti-cleidoepisternalis z. Th. und M. capiti-dorso-clavicularis) sofort auszuschliessen ist. Dieselben stellen neue den Amphibien abgehende Gebilde dar. Aber auch für die ersteren ist die Homologie nur eine incomplete, da Ursprung, namentlich aber Insertion der entsprechenden Muskeln der Amphibien und Saurier grosse Differenzen darbieten (Ursprung von Kopf und Rücken bei Urodelen, von Kopf allein bei Sauriern; Insertion an der Scapula

[1]) RÜDINGER beschreibt bei Phrynosoma Harlanii (cornutum) eine Anheftung an Kopf und Proc. transversus des 1. Halswirbels. Weder nach SANDER's an Phr. coronatum, noch nach den eigenen an Phr. Harlanii angestellten Untersuchungen kann diese Behauptung bestätigt werden.

[2]) Diese Angaben bezüglich der Nn. thoracici anteriores III.—V. gelten für die typischen kionokranen Saurier.

bei Amphibien (bei Anuren sogar an deren Innenfläche), an Episternum und Clavicula, z. Th. sogar ganz oberflächlich an der Brustfascie bei Sauriern). Näher als zwischen Amphibien und kionokranen Sauriern sind die Beziehungen zwischen letzteren und den Säugethieren, insofern, als die entsprechenden Bildungen der Säugethiere ebenso wie bei den Sauriern ausser von Elementen des N. vago-accessorius auch von denen spinaler Nerven versorgt werden. Doch ist die Art der Vertheilung bei beiden eine derartig verschiedene, dass wohl eine Homologie des M. capiti-cleidoepisternalis der Saurier und des M. sterno-cleido-mastoideus der Säuger statuirt werden kann (beide werden von N. accessorius externus und von Spinalnerven innervirt), dass aber für die Mm. cucullaris der Saurier und Säugethiere nur eine sehr incomplete Homologie angenommen werden darf (vom Vergleiche sind sofort auszuschliessen die von N. vago-accessorius versorgten Elemente des M. cucullaris der Säugethiere).

Die Mm capiti-cleidoepisternalis und capiti-dorso-clavicularis repräsentiren demnach Muskelbildungen, die wohl einzelne Elemente enthalten, welche mit bei Amphibien und Säugern vorkommenden vergleichbar sind, die aber in der besonderen Vertheilung ihrer Elemente eine eigenthümliche Anordnung darbieten und eine von den Amphibien und Säugethieren gesonderte Stellung beanspruchen. Diese eigenthümliche Anordnung beruht darauf, dass die betreffenden Muskeln einen Complex von Muskelmetameren darstellen, deren erstes dem Innervationsgebiet des N. vago-accessorius (von R. accessorius externus innervirter Theil des M. capiti-cleido-episternalis) und deren zweites, drittes und viertes dem Innervationsgebiet spinaler Nerven angehört (von N. thoracicus anterior III. versorgter Theil des M. capiti-cleidoepisternalis und der ganze M. capiti-dorso-clavicularis (cucullaris)[1]). Das erste Muskelmetamer ist das ältere, der ursprünglichen Cucullaris-Bildung entsprechende, das zweite bis vierte hingegen stellen eine bei den Reptilien zuerst auftretende neue Bildung dar, die mit der Rückwärtswanderung des Brustgürtels und mit der metamerischen Umbildung des Plexus brachialis in Zusam-

---

[1]) Die kionokranen Saurier theilen in den Hauptzügen diese Anordnung mit den übrigen Reptilien und den Vögeln. Die Chelonier betreffend vergl. übrigens den 2. Theil dieser Abhandlung (Jenaische Zeitschrift. Bd. VIII. N. F. 1. pag. 245, 246: M. testo-scapulo-procoracoideus), wo die betreffenden Verhältnisse vorausgreifend bereits kurz angedeutet sind.

menhang zu bringen ist. Je weiter der Brustgürtel nach hinten rückte, um so mehr war Gelegenheit gegeben für die Neubildung von Muskelelementen, die sich an den (von dem N. vago-accessorius versorgten) ursprünglichen M. cucullaris hinten anlagerten und, wegen Gleichartigkeit der Function, in der allgemeinen Gestalt mit ihm ziemlich übereinstimmten aber von weiter hinten gelegenen Nervenelementen versorgt wurden. So entstand ein neugebildeter, dem ursprünglichen M. cucullaris nur in seinem vordersten Theile homologer, in seiner Hauptmasse aber blos imitatorisch-homodynamer oder parhomologer Muskel.

Die weiteren Differenzirungen dieses Muskels sind speciellerer Natur. Durch Spaltbildung im vorderen Theile wurde der Muskel in zwei Portionen zerlegt, deren vordere untere von mir im Anschluss an frühere Autoren (besonders Mivart und Humphry) als M. capiti-cleidoepisternalis (Episterno-cleido-mastoideus), deren hintere als M. capiti-dorso-clavicularis (cucullaris) unterschieden worden ist. Dass diese Bezeichnung durchaus keine speciellere Homologie mit den gleichnamigen Bildungen der Amphibien und Säuger ausdrückt, bedarf nach dem bereits Gesagten kaum einer besondern Erwähnung: die gebrauchten Namen drücken nur eine gewisse Uebereinstimmung in der Gestalt, sowie in den Ursprüngen und Ansätzen der betreffenden Muskeln aus. Diese auf den Muskel in seiner vollständigsten Ausbildung angepasste Bezeichnung seiner beiden Theile musste consequenter Weise auch beibehalten werden, da, wo der hintere Theil einem theilweisen Verkümmerungsprocess anheimgefallen ist. Frühere Autoren hatten, getäuscht durch eine gewisse Aehnlichkeit der Gestalt und unter Missachtung des bei allen Sauriern, wenn auch oft wenig ausgeprägt, existirenden Spaltes im vordern Abschnitte, die vordere Portion des M. cucullaris mit dem M. episterno-cleido-mastoideus vereinigt und nur die hintere Portion des ersteren Muskels als M. cucullaris aufgefasst. Humphry hat zuerst bei Pseudopus in der Bildung, die bisher allgemein als M. sterno-cleido-mastoideus beschrieben wurde, die Elemente dieses Muskels und des M. trapezius auseinandergehalten und ihm folge ich für alle ähnlichen Bildungen.

Die Deutungen älterer Anatomen, die theils eine Homologie mit Elementen der Mm. rhomboideus, subcutaneus colli und latissimus dorsi betonten (Meckel), theils eine Vergleichung mit dem M. sterno-

cleido-mastoideus für fraglich hielten (Heusinger), beruhen einerseits auf ungenauer Präparation der bezüglichen Muskeln, anderseits entbehren sie jeder Begründung, so dass wir sie füglich übergehen können. Für den hinteren Theil des M. cucullaris von Pseudopus hat neuerdings Humphry eine Homologie mit M. cucullaris und latissimus dorsi behauptet[1]). Ich kann dieser Annahme nicht beistimmen. Enthielte der hintere Theil des M. cucullaris Elemente des M. latissimus dorsi, so würde eine Innervirung der bezüglichen Fasern durch Elemente eines N. latissimus dorsi nachzuweisen sein. Die genaue Untersuchung (mit Zuhülfenahme des Mikroskops und aufhellender Reagentien) ergibt aber, dass der M. cucullaris durch einen Nerven versorgt wird, der von seinem Vorderrande her an seine Unterfläche geht und sich von hier in dem ganzen Muskel verzweigt, während nirgends eine Spur von Nervenelementen existirt, die von dem unteren hinteren Rande des Muskels her eindringen. Letzterer Rand ist übrigens auch in seiner ganzen Länge so scharf abgegrenzt, dass an eine von unten her beginnende Verkümmerung kaum gedacht werden kann. Danach ist eine Homologie mit dem M. latissimus dorsi auszuschliessen.

2. Collo-scapularis superficialis (Levator scapulae superficialis) (*cssp*).

Unterer Vorwärtszieher (Heber des Schulterblatts, Levator scapulae): Meckel, Heusinger.
Levator scapulae: Pfeiffer, Rüdinger (fusslose Saurier), Sanders.
Levator: Stannius.
Levator claviculae: Mivart.
Levator anguli scapulae: Rüdinger (typische Saurier).
Collo-scapularis s. Levator scapulae: Fürbringer.

Kräftiger und in der Regel breiter Muskel an der Seitenfläche des Halses, der unter M. capiti-cleido-episternalis liegt und von ihm mehr oder weniger vollkommen bedeckt ist[2]). Er entspringt mit

---

[1]) Also ähnlich wie Meckel und ich (Die Knochen und Muskeln etc.) früher für Anguis annahmen.

[2]) Bei Lophyrus, wo der M. capiti-cleidoepisternalis sehr dünn ist, liegt der grösste Theil des M. levator scapulae superficialis frei unter der Haut, dem M. sphincter colli und M. depressor maxillae inferioris.

kräftiger Sehne von den Querfortsätzen der vorderen Halswirbel, namentlich vom Processus transversus I. (selten auch vom Occipitale laterale) [1]) und geht in einen starken Muskelbauch über, der mit divergirenden Fasern nach hinten verläuft und am vorderen Theile des dorsalen Schultergürtels in verschiedener Ausdehnung (Aussenfläche, Vorderrand und Oberrand des Suprascapulare, scapulares Ende der Clavicula) [2]) inserirt. Häufig zeigt der Muskel einen Zerfall in 2 Bäuche (viele Scincoiden) oder 2 Schichten (Uromastix, Euprepes etc.), welche letzteren namentlich an ihrem untern Rande durch den M. omo-cleido-episterno-hyoideus superficialis, der sich zwischen sie einschiebt, deutlich getrennt sind: die obere Schicht inserirt dann in der Regel an der Aussenfläche des vorderen Theils der Scapula bis nach hinten zum Ursprunge des M. dorsalis scapulae und dem

---

[1]) In der Regel entspringt der Muskel bei den typischen Sauriern von dem Processus transversus I. (Platydactylus, Lacerta, Ameiva, Salvator, Iguana, Liolepis, Phrynosoma, Uromastix); häufig werden aber auch Ursprünge von distaleren Wirbeln beobachtet, z. B. vom 1. und 2. bei Seps, Ophiodes, Pygopus, Euprepes, vom 2. und 3. bei Pseudopus; sehr selten kommen einzelne Fasern auch vom Occipitale laterale (Euprepes, Seps?, Gongylus?). Einzelne Saurier scheinen individuelle Schwankungen darzubieten; so entspringt der Muskel von Anguis fragilis nach MECKEL vom Zitzentheil des Schläfenbeines ?, nach HEUSINGER vom Processus transversus I., nach RÜDINGER vom 2. und 3. Querfortsatz, nach der eigenen Untersuchung vom 2. Querfortsatz. Die Angabe RÜDINGER's, wonach der M. levator scapulae der meisten typischen Saurier vom »stark prominirenden Querfortsatz des 2. Halswirbels« entspringen soll, beruht auf einer Verwechselung des 1. und 2. Halswirbels; der 2. Halswirbel hat keinen besonders ausgeprägten Processus transversus. Ebenso sind die Angaben MECKEL's und RÜDINGER's, wonach der Levator von Anguis, Seps und Gongylus gar nicht von Halswirbeln, sondern nur vom Schädel entspringt, mit Vorsicht aufzunehmen.

[2]) An Scapula (Suprascapulare) und Clavicula findet die Insertion statt bei der Mehrzahl der typischen Saurier (Ameiva, Salvator, Lacerta, Iguana, Platydactylus, Gongylus, Euprepes, Uromastix; bei letzterem ist die claviculare Insertion sehr gering), während die claviculäre Anheftung Liolepis, Phrynosoma, Stellio, sowie den meisten atypischen Sauriern (ausser Lialis) abgeht. Während bei den typischen Sauriern die Insertion in der Regel auch auf einen beträchtlichen vorderen Theil der Aussenfläche ausgedehnt ist (besonders bei Phrynosoma), fehlt diese Anheftung den meisten fusslosen Sauriern, wo die Insertion nur am vorderen Rand der Scapula (Suprascapulare) Statt hat. — Von den eben gemachten Angaben weichen die einzelner Autoren ab; so beschreibt HEUSINGER für den M. levator scapulae von Pseudopus und Anguis auch eine Insertion an der Clavicula, STANNIUS für die kionokranen Saurier im Allgemeinen eine Anheftung nur am vorderen Rande der Scapula.

scapularen Ende der Clavicula, die untere in der Regel nur am vorderen Rande des Suprascapulare. Bei einer Anzahl fussloser Saurier reducirt sich der Muskel, namentlich auf Kosten der oberflächlichen Schichten und wird dann an seinem unteren Rande von dem M. omo-cleido-episterno-hyoideus superficialis gedeckt; bei Acontias scheint er ganz verkümmert zu sein.

Innervirt durch N. thoracicus superior III. und IV.

Der Muskel ist von sämmtlichen Autoren als Homologon des M. levator scapulae des Menschen erkannt worden; Mivart hat ihn zum Unterschiede von einem tieferen ähnlichen Muskel M. levator claviculae benannt, eine Bezeichnung, die aber nicht der Insertion des Muskels entspricht und besser mit dem Namen M. levator scapulae superficialis vertauscht wird. Die Homologie mit den gleichnamigen Bildungen des Menschen wie der Amphibien ist keine complete. Bei den Amphibien, speciell den Urodelen[1]) inserirt der Muskel, abgesehen von der claviculären Anheftung, allerdings ähnlich wie bei den kionokranen Sauriern, aber er entspringt lediglich vom Kopfe, bei dem Menschen kommt er von den Querfortsätzen der Halswirbel, aber er heftet sich niemals an die Aussenfläche der Scapula an. Doch sind diese Differenzen nicht wesentlich genug, um eine directe Vergleichung auszuschliessen. Als Ausgangspunct für die Vergleichung dient der M. levator scapulae der Amphibien. Durch Neubildung distalerer Bündel (deren Entwicklung vielleicht auch in einem gewissen Causalnexus zu der Rückwärtswanderung des Brustgürtels steht) wird der ursprünglich auf den Kopf beschränkte Ursprung des Muskels auch auf Halswirbel übertragen (einzelne Scincoiden, wo der M. levator scapulae von Occipitale laterale und den Querfortsätzen vorderer Halswirbel entspringt) und kann sich endlich unter Verkümmerung des ursprünglichen Kopfursprungs auf die letzteren beschränken (Mehrzahl der kionokranen Saurier)[2]).

---

[1]) Von den ganz einseitig differenzirten Bildungen der Anuren sehe ich hier ab.

[2]) Bei den Cheloniern ist dieser Process noch weiter distal — auf die 6 bis 7 letzten Halswirbel — fortschritten. (Vergl. den 2. Th. dieser Abhandlung. Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft. Bd. VIII. N. F. 1. pag. 246).

3. Thoraci-scapularis superficialis (Serratus superficialis) (*Thssp*).

Hinterer Theil des inneren grösseren Rückwärtsziehers (des vorderen grossen gezahnten Muskels): Meckel (typische Saurier) [1].
Theil des Serratus anticus major: Pfeiffer.
Theil des Serratus: Stannius.
1. Portion of Serratus magnus and Levator anguli scapulae: Mivart.
Serratus anticus major: Rüdinger (Pseudopus, Anguis).
Pars posterior m. serrati antici majoris, Posterior section (part) of Serratus, Serratus posterior: Rüdinger (typische Saurier), Sanders.
Sterno-costo-scapularis: Fürbringer.
Serratus II.: Humphry.

Breiter und ziemlich kräftiger Muskel an der Seitenfläche des Rumpfes, der vom M. latissimus dorsi und M. teres major (wenn dieser vorhanden ist) bedeckt wird. Er entspringt in sehr verschiedener Ausdehnung von der ersten Sternocostalleiste und den letzten Halsrippen [2] und geht mit schräg noch vorn und oben aufsteigenden parallelen Fasern zur Scapula, speciell dem Suprascapulare, an deren hinteren Rande (und oft dem daran angrenzenden Saume der Innenfläche [3]) er inserirt. In der Gegend seines Ursprungs stehen

---

[1] Bei Anguis unterscheidet Meckel No. 4: unterer Rückwärtszieher, der unten von 4 vorderen Rippen entsteht, sich etwas aufsteigend, dicht unter dem Cucullaris an den hintern Rand des Schulterblatts ansetzt und wohl dem grossen Brustmuskel entspricht, und No. 5: kleinerer ähnlich verlaufender Brustmuskel, der den kleinen Brustmuskel oder zugleich ihn und den grossen Sägemuskel darzustellen scheint.« Aus dieser Beschreibung ist nicht zu ersehen, ob No. 4 oder ein Theil von No. 5 dem Serratus superficialis entspricht. Heusinger folgt für Pseudopus im Wesentlichen Meckel, lässt aber No. 4 von der 5. und 6. Rippe entspringen und an der äusseren Fläche des Schulterblatts und dem hintern Rand der Furcula inseriren.

[2] Der Ursprung findet statt an den 2 letzten Cervicalrippen bei Lacerta, Ameiva, Salvator, Iguana, Phrynosoma, Liolepis und Platydactylus, an den letzten Halsrippen und der 1. Brustrippe (Sternocostalleiste) bei Uromastix und Pygopus, an der letzten Halsrippe und den 2 ersten Brustrippen bei Varanus, an der letzten Halsrippe und der ersten Brustrippe bei Euprepes, Gongylus, Seps und Ophiodes; bei den atypischen Sauriern mit freiem Sternum entspringt er bald von 2 (Pseudopus), bald von 1 Rippe (Pseudopus cf. Humphry, Lialis).

[3] Lediglich am hinteren Rande inserirt der Muskel z. B. bei Lacerta, Ameiva, Salvator, an diesem und dem angrenzenden Saume der Innenfläche z. B. bei Uromastix.

seine oberflächlichen Fasern häufig mit dem M. obliquus abdominis externus in näherer Beziehung, derart, dass sie namentlich bei den typischen Scincoiden [1]) sehr schwer, bei den meisten fusslosen Sauriern aber gar nicht von ihm abgetrennt werden können; im letzteren Falle ist auch der Ursprung der tieferen Portion von Sternocostalleisten nicht überall nachweisbar. An der Insertion schieben sich häufig die unteren Fasern des Muskels zwischen den Anfang des M. supscapularis und trennen diesen dann in einen oberflächlichen und tiefen Theil [2]). Bei den meisten fusslosen Sauriern persistirt der M. serratus superficialis als ein ansehnlicher Muskel [3]), der aber seine Selbstständigkeit dem M. collo-thoraci-scapularis profundus gegenüber zumeist aufgegeben hat; nur bei wenigen, Lialis und Acontias, ist er, bei ersterem zu einem kleinen Muskel, bei letzterem total, verkümmert.

Innervirt durch N. thoracicus superior VI. und VII. (7. und 9.) (typische Saurier) und N. thoracicus superior V. (9) (Pseudopus).

Der M. thoraci-scapularis superficialis (serratus superficialis) gehört unzweifelhaft dem System des Serratus an, wie auch die Mehrzahl der Autoren angenommen hat. Er unterscheidet sich aber von den entsprechenden Muskeln bei den Amphibien und Cheloniern durch die ventralere Lage seines Ursprungs, der sich zum Theil auf die ventralen Rippenabschnitte (Sternocostalleisten) ausgedehnt hat, sowie durch seine (bei einzelnen Gattungen eingegangenen) innigen Beziehungen zu dem M. obliquus abdominis externus. Beides hat mich früher (Knochen und Muskeln der Extremitäten bei den schlangenähnlichen Sauriern 1870 pag. 100) veranlasst, ihn von dem System des Serratus abzutrennen und als separaten Muskel aufzufassen, eine Auffassung, die ich jetzt für irrthümlich halte.

[1]) Sanders beschreibt bei Platydactylus japonicus eine Fortsetzung nach dem Xiphisternum und den Knorpeln der 4. und 5. Sternalrippe; bei den von mir untersuchten Exemplaren, Pl. aegyptiacus und guttatus, fehlt diese Fortsetzung: der Muskel entspringt hier lediglich von den beiden letzten Cervicalrippen.

[2]) Dieses Verhältniss ist bereits von Mivart und Rüdinger angegeben worden; letzterer lässt unbestimmt, ob der oberflächliche Theil Teres major oder Subscapularis ist, betont aber mit Recht, dass (falls dieser Theil Subscapularis ist) Saurier und Vögel sich hierin übereinstimmend verhalten.

[3]) Bei Einzelnen ist er sogar relativ ansehnlicher als der entsprechende Muskel der typischen Saurier.

4. Collo-thoraci-scapularis profundus (Levator scapulae et Serratus profundus) (*cthspr*).

Vorderer (kleinerer) Theil des inneren grösseren Rückwärtsziehers (des vorderen grossen gezahnten Muskels) und Rautenmuskel (oder vorderer Theil des vordern grossen Sägemuskels): Meckel (typische Saurier) [1].

Rhomboidei Meckel's oder richtiger Theile des Serratus anticus major und Serratus anticus minor (Pectoralis minor Aut.) z. Th: Pfeiffer.

Theil des Serratus: Stannius.

2.—4. Portion of Serratus magnus and Levator anguli scapulae: Mivart.

Pars anterior m. serrati antici majoris, Anterior section of serratus: Rüdinger, Sanders (Platydactylus).

Costo-subscapularis s. Serratus anticus major: Fürbringer.

Serratus I.: Humphry.

Serratus anterior 1. and 2.: Sanders (Liolepis und Phrynosoma).

Mittelstarker, zum grössten Theile von der Scapula bedeckter Muskelcomplex, der bei der Mehrzahl der typischen Saurier aus zwei Schichten zusammengesetzt ist.

Die kleinere oberflächliche Schicht (*cthspr*, [2]) wird im ausgebildeten Zustande repräsentirt durch zwei schwache Muskelbündel, die bei den einzelnen Sauriern in verschiedener Weise von den Spitzen zweier Cervicalrippen entspringen [3]) und in der Regel [4])

---

[1]) Ob Meckel's No. 5 von Anguis (der nach M's. Angabe den kleinen Brustmuskel oder zugleich ihn und den grossen Sägemuskel darzustellen scheint) dem M. collo-thoraci-scapularis profundus allein oder zugleich diesem und dem M. serratus superficialis entspricht, ist aus dessen mangelhafter Darstellung nicht zu ersehen.

[2]) Diese Schicht entspricht (abgesehen von den Insertionen, die sich etwas anders verhalten) der 2. und 4. Portion des Serratus magnus Mivart's, sowie dem Serratus anterior 2. von Sanders.

[3]) Diese Bündel entspringen von der Rippe des 4. und 6. Wirbels bei Salvator, des 5. und 6 Wirbels bei Lacerta, Platydactylus, des 6. und 7. Wirbels bei Trachysaurus, Uromastix, von der des 7. und 8. Wirbels bei Iguana (cf. Mivart).

[4]) Ausgenommen ist allein das bei Salvator von der Rippe des 4. Wirbels entspringende Bündel, das nach oben und hinten verläuft.

nach oben und vorn an die Unterfläche des Suprascapulare gehen, wo sie in der mittleren Höhe desselben, unterhalb der tiefen Schicht und oberhalb des M. subscapularis inseriren[1]. Seltener (einzelne Scincoiden z. B. Gongylus) wird diese Schicht durch ein Bündel repräsentirt, das von der Spitze der vorletzten Halsrippe (die dem 7. Wirbel angehört) nach oben und vorwiegend nach vorn zur Unterfläche des vorderen Winkels geht.

Die stärkere tiefe Schicht (*cthspr*$_{,,}$)[2] stellt eine breite, ununterbrochene oder nur eine geringe Andeutung eines Zerfalls zeigende Muskelausbreitung dar, die in verschiedener Ausdehnung von den Cervicalrippen des 4.—7. Wirbels (von denen des 4.—6. bei Ameiva, Salvator, Lacerta, Platydactylus, von denen des 5. und 6. bei Liolepis, Phrynosoma (coronatum), von denen des 5.—7. bei Trachysaurus, Gongylus, Uromastix, von denen des 6. und 7. bei Iguana) entspringt und, bedeckt von der oberflächlichen Schicht, mit nach oben und etwas nach hinten verlaufenden Fasern, zur Innenfläche des Suprascapulare geht, wo sie oberhalb der oberflächlichen Schicht nahe dem oberen Saume breit inserirt.

Die vorderen und hinteren Partien des Muskels grenzen an die Mm. levator scapulae superficialis und serratus superficialis an und sind z. Th. mit ihnen, namentlich mit letzterem, verwachsen. Bei einzelnen Gattungen (bes. aus der Familie der Scincoiden) ist es unmöglich, die beiden Schichten deutlich zu sondern. Dieses Verhalten drückt einen Zustand der beginnenden Verkümmerung aus, die bei den fusslosen noch weiter fortgeschritten ist und hier entweder zur Aufgabe der Selbstständigkeit gegenüber dem M. serratus superficialis (Pseudopus, Pygopus etc. oder zur vollständigen Reduction (Lialis, Acontias) geführt hat.

[1] Am einfachsten ist die Insertion bei Lacerta, Platydactylus, Phrynosoma, wo sie die Unterfläche des vorderen Winkels einnimmt, complicirter bei Uromastix und Iguana, wo das vordere Bündel an der Unterfläche des vorderen Winkels, das hintere im Bereiche der hinteren Hälfte der Unterfläche sich anheftet. Bei Salvator inserirt das hintere Bündel entsprechend der ganzen Schicht von Lacerta, Platydatylus etc. an der Unterfläche des vorderen Winkels, während das vordere, von der Cervicalrippe des 4. Wirbels entspringende und nach oben und hinten verlaufende Bündel, sich am vorderen Saume der Unterfläche des vorderen Winkels, vereinigt mit dem M. levator scapulae superficialis anheftet.

[2] Entspricht der 3. Portion des M. serratus magnus von Mivart und dem Serratus anterior 1. von Sanders.

Innervirt durch den N. thoracicus superior VI. und VII. (7 und 9) (typische Saurier) und N. thoracicus superior IV. und V. (7 und 9) (Pseudopus).

Der Muskel gehört ebenfalls zum System des Serratus und repräsentirt einen Complex tieferer Fasern desselben, die bei den kionokranen Sauriern eine besondere Differenzirung eingegangen sind, die mit der bei den Urodelen nur im Allgemeinen, mit der bei den Anuren aber gar nicht direct verglichen werden kann. Der Deutung einzelner Bündel als Homologe des M. rhomboideus Meckel) ist nicht beizustimmen, da die bezüglichen Muskeltheile von Cervicalrippen ihren Ursprung nehmen.

5. Sterno-coracoideus internus superficialis (*stcisp*) und Sterno-coracoideus internus profundus (*stcipr*).

a) *Sterno-coracoideus internus superficialis* [1]:

External sterno-coracoid, sterno-coracoidalis externus: Mivart, Sanders (Liolepis, Phrynosoma).

b) *Sterno-coracoideus internus profundus* [2]:

Pectoralis minor: Stannius.
Internal sterno-coracoid, sterno-coracoideus internus: Mivart, Fürbringer.
Sterno-coracoideus, Sterno-coracoidalis: Humphry, Sanders.

Die Mm. sterno-coracoidei interni superficialis und profundus werden in der Regel repräsentirt durch zwei an der Innenfläche des

---

[1]) Der M. sterno-coracoideus internus superficialis wurde zuerst von Mivart bei Iguana aufgefunden. Allen früheren Untersuchern scheint er wegen seiner versteckten Lage (er ist innen bedeckt vom M. sterno-coracoideus internus profundus) entgangen zu sein.

[2]) Zuerst von Stannius aufgeführt, während die früheren Anatomen (Meckel, Heusinger) seiner keine Erwähnung thun. Mivart hat ihn zuerst von dem M. sterno-coracoideus internus superficialis getrennt. — Rüdinger sagt (pag. 76): »Da, wo das Haken-Schlüsselbein mit dem Brustbein articulirt, gehen von 2—3 Rippen Zacken aus, welche sich sehnig an den medialen Theil des Os coracoideum heften, und ich bin geneigt, diesen Muskel, ähnlich wie bei den Vögeln, Pectoralis minor zu nennen.« Unter dieser wenig präcisen Beschreibung kann ebensowohl der M. sterno-coracoideus internus profundus der kionokranen Saurier wie der M. costo-coracoideus der Crocodile verstanden werden. Die ausserdem angeführten Beziehungen des M. triangularis sterni zum Coracoid betreffen jedenfalls die Bildung bei den Crocodilen.

Brustbeins und ventralen Brustgürtels gelegene Muskeln, die Sternum mit Coracoid verbinden.

Am einfachsten ist die Bildung bei Platydactylus (guttatus). Hier entspringt ein ansehnlicher Muskel von der Innenfläche und dem vorderen äusseren Rande des Sternums (vom innern Labium der Gelenkfurche für das Coracoid), sowie von den angrenzenden Enden der Sternocostalleisten und geht nach vorn zur Innenfläche des Coracoids medial neben dem Ursprunge des M. subcoracoideus. Dieser M. sterno-coracoideus internus lässt an seinem insertiven Theile eine gewebliche Differenzirung erkennen, derart, dass die mediale (von der Innenfläche des Brustbeins und den Enden der Sternalleisten kommende) Portion sehnig und weiter vorn inserirt als die laterale (von der innern Lippe der Coracoidfurche ausgehende) Partie, welche fleischig sich an das Coracoid ansetzt.

Diese Differenzirung entspricht der ersten Anlage einer Trennung in zwei ganz selbstständige Muskeln, M. sterno-coracoideus internus superficialis und M. sterno-coracoideus internus profundus, wie sich dieselbe im ausgebildeten Zustande bei den meisten typischen Sauriern, speciell bei Lacerta, Gongylus, Iguana, Phrynosoma, Lophyrus, Liolepis, Uromastix findet.

M. sterno-coracoideus internus superficialis. Kleiner und kurzer aber mässig breiter Muskel, der von der Innenfläche der inneren Lippe der Coracoidfurche des Sternums entspringt und, der Kapsel des Sterno-Coracoid-Gelenks aufliegend, nach vorn zur Innenfläche des Coracoid geht, wo er medial neben dem hintern Theile des Ursprungs des M. subcoracoideus fleischig inserirt. Er ist von dem M. sterno-coracoideus internus profundus geschieden durch das dem M. sterno-costo-scapularis zum Ansatz dienende Ligamentum sterno-scapulare internum.

M. sterno-coracoideus internus profundus. Ziemlich grosser flächenhafter Muskel, der von der Innenfläche des Sternums, namentlich im Bereiche des hinteren Abschnittes, in wechselnder Ausdehnung[1]) sowie von den angrenzenden Enden der Sternocostalleisten entspringt und direct nach vorn verläuft, wobei er an der Grenze zwischen Sternum und Coracoid, oder schon in dem Bereiche des vorderen Theiles des Sternums in eine lange und ziemlich

[1]) Der Muskel entspringt von den hinteren 2 Dritteln der Innenfläche des Sternums bei Lacerta, von dem hintern Drittel bei Uromastix, von dem hintern Sechstel bei Liolepis (cf. SANDERS).

schmale Sehne[1]) übergeht, welche sich an der Innenfläche des M. sterno-coracoideus internus superficialis vorbei nach der Innenfläche des Coracoids begibt, wo sie vor letzterem Muskel sich ansetzt.

Bei den fusslosen Sauriern ist dieser Muskel in der Regel bis auf spärliche, seitlich gelegene Rudimente (Pygopus, Pseudopus[2]), Lialis), die speciell dem M. sterno-coracoideus internus superficialis zu entsprechen scheinen, verkümmert oder total reducirt (Ophiodes, Acontias).

Innervirt durch Zweige des N. thoracicus inferior (10ª).

Die Mm. sterno-coracoidei interni gehören ebenso wie der nächstfolgend beschriebene M. sternocosto-scapularis (costo-coracoideus) dem System ventraler (von dem System der Mm. serrati durch den Plexus brachialis und seine Endäste getrennter) zwischen Rumpf und Brustgürtel erstreckter und von selbstständig entspringenden Nn. thoracici inferiores versorgter Muskeln an, welches unter den Amphibien im M. abdominis-scapularis der Anuren, unter den Cheloniern im M. testo-coracoideus Repräsentanten besitzt. Sie sind diesen Muskeln im weitesten Sinne homolog; jede Art speciellerer Homologie wird durch die grossen Unterschiede, welche Ansatz, namentlich aber Ursprung darbieten, ausgeschlossen. — Zu den wesentlichsten Characteren der Mm. sterno-coracoidei interni und sternocosto-scapularis (costo-coracoideus) der Saurier gehört der von Sternocostalleisten und von der Innenfläche des Sternums stattfindende Ursprung. Bezüglich dieses Verhaltens treten die Saurier in nähere Verwandtschaft zu den Crocodilen, Vögeln und Monotremen. Auch diesen kommen sämmtlich Mm. sterno-coracoidei und costo-coracoidei zu, die zwar im Detail mannigfache Differenzen zeigen, aber in den Hauptpuncten — Innervirung durch selbstständige Nn. thoracici inferiores, Ursprung von Sternocostalleisten oder vom Sternum, Insertion am primären Brustgürtel (namentlich dem

---

[1]) Bei Lacerta ist diese Sehne in mehrere feine Fascikel aufgelöst.

[2]) Rüdinger führt (pag. 10) bei Pseudopus (und Anguis) einen M. pectoralis minor an, der von den unteren medialen Enden der 3 ersten Rippen entspringt und, schmaler werdend, nach vorn und etwas lateralwärts gelangt, um sich am Os coracoideum zu befestigen. Dieser Muskel, der auch (Taf. I. Fig. 2. No. 4) abgebildet ist, entspricht keinem M. sterno-coracoideus internus und scheint eine direct zum System der Bauchmuskulatur gehörige Bildung zu sein. Uebrigens gibt die sonst sehr ungenaue Abbildung — die Seitenfalte der Ptychopleuren ist nach der Rückenseite zu verlegt, während sie auf Fig. 1 richtig liegt, der abgelöste M. pectoralis major verhält sich anders, als nach Fig. 1 zu schliessen wäre etc. — keine bestimmten Anhaltspuncte.

Coracoid) — grosse Uebereinstimmung darbieten. Die Mm. sterno-coracoidei der Monotremen ihrerseits stehen, wie bei der Darstellung der Schultermuskeln der Säugethiere ausführlich nachgewiesen werden soll, wieder zu dem M. subclavius der Marsupialia und Placentalia (besonders durch Vermittelung von dessen zu Scapula und Processus coracoideus erstreckten Varietäten[1]) in näherer Beziehung. Die Mm. sterno-coracoidei interni und sterno-costo-scapularis (costo-coracoideus) der kionokranen Saurier sind somit mit dem menschlichen M. subclavius zu homologisiren, wobei aber zu betonen ist, dass die eigenartige Differenzirung des M. subclavius (als aberrirende Bildung) eine speciellere Homologie verbietet. — Die von Stannius (und Rüdinger?) betonte Homologie mit dem M. pectoralis minor ist zurückzuweisen; derselbe stellt, wie dies zuerst und am ausdrücklichsten von Rolleston (a. a. O. pag. 609 f.) nachgewiesen und von mir bereits mehrfach betont worden ist, einen Abkömmling des M. pectoralis (major) dar und hat demnach keine besondere Beziehung zu dem M. sterno-coracoideus.

Die Nomenclatur betreffend habe ich anstatt der Mivart'schen Benennungen M. sterno-coracoideus externus und internus die Bezeichnung M. sterno-coracoideus internus superficialis und profundus gewählt, da beide Muskeln nach innen von dem Sternum und Brustgürtel liegen und deshalb consequenter Weise das Epitheton externus zu vermeiden ist.

6. Sternocosto-scapularis (Costo-coracoideus) *cc* [2].

Aeusserer, unterer, kleinerer Rückwärtszieher (kleiner gezahnter Muskel oder kleiner Brustmuskel): Meckel (?).
Sterno-scapularis: Stannius.
Costo-coracoid: Mivart, Humphry (?).
Costo-sterno-scapularis: Fürbringer.

Ziemlich kleiner Muskel, der von dem Vorderrande der ersten Sternocostalleiste, mitunter auch ausserdem von dem Seitenrande

[1] M. pectoralis minimus Gruber's, M. sterno-scapularis Wood's etc. etc.
[2] Von Pfeiffer, Rüdinger und Sanders nicht angeführt; auch entspricht der von Meckel beschriebene äussere, untere, kleinere Rückwärtszieher nur ungefähr dem M. sternocosto-scapularis. — Humphry beschreibt bei Pseudopus zwei zu der »Costo-coracoid« Gruppe gehörige Muskeln, von denen der erste von dem mittleren Theil der 3. Rippe zu dem hinteren Rand des Coracoids in der Nähe des Sternums und zu dem Sternum und über das Coracoid

des Sternums (Lacerta, Uromastix, Lophyrus, Trachysaurus) entspringt, in der Brusthöhle nach vorn, oben und lateralwärts verläuft, und sich in der Regel mit einer starken straffen Sehnenbrücke (Lig. sterno-scapulare internum) verbindet, die von dem seitlichen Rande der Sternalinnenfläche nach der Innenfläche der Scapula (zwischen P. coracoidea und P. scapularis des M. subcoracoscapularis) ausgespannt ist. Durch Vermittelung dieser bei den einzelnen Sauriern verschieden entwickelten [1]), meist auch (Uromastix, Iguana, Phrynosoma, Euprepes, Lacerta) mit der Ursprungssehne des M. anconaeus coracoideus durch ein besonderes Band verbundenen Sehnenbrücke wirkt er bewegend auf die Scapula. — Platydactylus fehlt der Muskel.

Innervirt durch einen Zweig des N. thoracicus inferior (10[a]).

Der M. sternocosto-scapularis (costo-coracoideus) steht zu den Mm. sterno-coracoidei interni in näherer Beziehung und verweise ich bezüglich seiner Homologie auf das dort Gesagte. Der von Meckel behaupteten Homologie mit dem M. pectoralis minor kann deshalb nicht beigestimmt werden. — Eigenthümlich sind die Beziehungen zu dem Lig. sterno-scapulare internum, dessen Genese und vergleichend anatomische Stellung unbekannt ist. Ob es sich hier um Verkümmerungen ursprünglich muskulöser Bildungen (wofür das Verhalten von Lacerta spricht) oder um specifische Neubildungen handelt, ist noch zu entscheiden.

weg zur Clavicula verläuft, während der zweite ein langes dünnes Muskelband darstellt, das vom Coracoid nach hinten über ein Dutzend Rippen verläuft und mit den Mm. intercostales verschmilzt. — Die bezügliche Gegend war bei den mir zu Gebote stehenden Exemplaren von Pseudopus verletzt, so dass ich zu Humphry's Angaben nichts hinzufügen kann. Das erstere Bündel scheint dem M. sternocosto-scapularis, das letztere dem M. sterno-coracoideus internus profundus ungefähr zu entsprechen.

[1]) Diese Sehnenbrücke zeigt die geringste Selbstständigkeit bei Lacerta. Hier entspringt der M. sternocosto-scapularis von der 1. Sternocostalleiste und dem Seitenrand des Sternums und ist gleich von seinem Ursprung an mit der vom Anfange des Seitenrandes beginnenden Sehnenbrücke innig verbunden und geht hierauf mit ihr zur Scapula. Etwas weniger innig ist die Beziehung beider bei Uromastix, Lophyrus, Trachysaurus, Gongylus: hier liegt der Muskel zwar von Anfang an der Sehnenbrücke an, aber er verbindet sich erst in einer gewissen Entfernung mit ihr, indem seine Fasern die der Sehne in sehr stumpfem Winkel treffen. Noch mehr getrennt sind Sehnenbrücke und Muskel bei Iguana: hier kommt der Muskel allein von der 1. Sternocostalleiste und verbindet sich erst nach längerem Verlaufe unter stumpfem bis rechtem Winkel mit der ganz selbstständig vom Sternum zur Scapula ausgespannten Sehne. — Die Sehne kommt meist einfach vom Sternum, nur bei Gongylus fand ich sie durch 2 Schenkel mit ihm im Zusammenhang stehend.

7. Pectoralis (*p*).

Grosser Brustmuskel, Pectoralis major: Meckel, Heusinger, Pfeiffer, Stannius, Mivart, Rüdinger, Sanders.

Pectoral: Duméril (Cuvier).

Costo-episterno-humeralis s. Pectoralis major: Fürbringer.

Breiter und ansehnlicher Muskel auf der Unterfläche der Brust und des Bauches, der von dem medianen Schenkel des Episternum, mitunter auch von dessen lateralen Aesten (Lacerta, Varanus), von der Unterfläche des Sternum, bes. im medialen Bereiche desselben, sowie von den hinteren Sternalrippen entspringt[1] und mit lateralwärts convergirenden Fasern an den Humerus geht, wo er an der Beugefläche des Processus lateralis humeri inserirt. Während der Muskel im vorderen Bereiche deutlich von den neben ihm liegenden oder von ihm bedeckten Muskeln sich absetzt, steht er im hinteren Abschnitte bei der überwiegenden Mehrzahl der kionokranen Saurier zu den Mm. rectus abdominis und obliquus abdominis externus in mehr oder minder innigem Zusammenhange, derart, dass entweder seine hinteren Fasern oberflächlich nur zum Theil durch Inscriptio tendinea vom M. rectus getrennt sind (z. B. Platydactylus) oder in ihrer ganzen Totalität median mit M. rectus, lateral mit M. obliquus externus zusammenhängen (Ameiva, meiste Scincoiden etc.). Die In-

[1]) Die von dem Episternum entspringenden Fasern hängen häufig sehnig mit denen der Gegenseite zusammen. — Sanders führt an, dass der M. pectoralis von Liolepis auch von dem hinteren Rande des inneren Endes der Clavicula entspringe, Rüdinger (pag. 60), dass der Muskel bei Lacerta viridis (sowie Stellio vulgaris und Lacerta ocellata) auch vom Schlüsselbein komme; des Ersteren Angabe kann ich, da mir ein Exemplar von Liolepis nicht zu Gebote stand, weder bestätigen noch widerlegen, während ich des Letzteren Behauptung nach Untersuchung von Lacerta ocellata, viridis, agilis und muralis zurückweisen muss: bei allen Vieren existiren allerdings lateral entspringende Theile des Pectoralis; diese kommen aber nicht von der Clavicula, sondern von den lateralen Schenkeln des Episternum. — Bezüglich des M. pectoralis von Gongylus führt Rüdinger (pag. 16) an: »Besonders stark ist der grosse Brustmuskel bei Gongylus entwickelt; er geht bis zu dem Knochen, welchen man als Schlüsselbein ansieht.« Ist damit eine besonders weite Ausdehnung des Ursprungs bis vorn zur Clavicula oder die Insertion gemeint? Nach den (pag. 10) gemachten Angaben Rüdinger's, wo der Pectoralis von Pseudopus an einem Homologon des Acromion inseriren soll, ist letztere Deutung der Rüdinger'schen Darstellung nicht ganz unwahrscheinlich.

sertion findet in der Regel so statt, dass die hinteren, ascendent verlaufenden, Fasern des Muskels in eine kräftige Sehne übergehen, die in der oben angegebenen Weise inserirt, während die oberen, quer nach aussen gehenden, Fasern bis zur Insertion fleischig bleiben und die Sehne der hinteren Portion deckend und kreuzend an dem Humerus sich anheften. — In den meisten Fällen bildet der Muskel eine homogene Ausbreitung: nur bei einzelnen Sauriern (Euprepes, einzelne Exemplare von Lacerta[1]) zeigt er eine leise Andeutung eines Zerfalls in eine kleinere vordere Portion, die von Episternum und Sternum entspringt und eine grössere hintere Portion, die theils von hinteren Sternocostalleisten kommt, theils sich aus der Masse der Bauchmuskeln ablöst. — Bei den Sauriern mit verkümmerten Extremitäten (Gongylus, Seps) nimmt der Muskel an Dicke sowie an Selbstständigkeit gegenüber der Bauchmuskulatur ab, während die Reductionen in seiner Breiteausdehnung verhältnissmässig geringer sind[2]. Bei den fusslosen Sauriern ist er entweder (Ophiodes, Pygopus, Pseudopus, Anguis) bis auf eine unbedeutende, in der Gegend der Brust von der Bauchmuskulatur sich abhebende, Schicht reducirt, deren lateralwärts gerichtete Fasern in Ermangelung eines festen Insertionspunctes zu dem hinteren Theile des M. capiti-cleido-episternalis nähere Beziehungen eingehen[3], oder (Lialis, Acontias) er fehlt ganz.

---

[1]) Meckel gibt diese Trennung bei Lacerta als Regel an, während Rüdinger sie vollkommen leugnet.

[2]) Rüdinger sagt (pag. 16): »Bei Seps deckt das vordere Ende des Pectoralis den nächstfolgenden Muskel, »Coraco-brachialis mihi, gar nicht.« Als nächstfolgender Muskel ist aber nicht der »Coraco-brachialis« sondern der »Coraco-brachialis proprius« (= supracoracoideus) angeführt. Gleich viel, mag Rüdinger nun den M. coraco-brachialis oder den M. coraco-brachialis proprius (M. supracoracoideus) meinen, für welch Letzteres eine auf pag. 17 gemachte Bemerkung spricht, so ist nach meinen an 2 Exemplaren von Seps ausgeführten Untersuchungen zu betonen, 1) dass der M. pectoralis von Seps nur den vorderen Theil des M. supracoracoideus nicht deckt, während er den hinteren Theil desselben sowie den ganzen M. coraco-brachialis überlagert, 2) dass diese Beziehung keine Eigenthümlichkeit von Seps allein ist, sondern den meisten Sauriern mit kreuzförmigem Episternum (namentlich den Scincoiden) zukommt.

[3]) Meckel lässt »den grossen Brustmuskel« von Anguis an dem hinteren Rand der Scapula, Heusinger dieselbe Bildung von Pseudopus und Anguis an der äusseren Fläche der Scapula und dem hinteren Rande der Furcula inseriren. Wahrscheinlich ist unter dieser Beschreibung gar nicht ein Homologon des Pectoralis zu verstehen. Rüdinger führt (pag. 8) an, dass der Pectoralis major sich an einem vom Schulterblatte gegen das grosse Zungenbeinhorn verlaufenden Sehnenstreif befestige, welcher »vielleicht als Rudi-

Mitunter (Uromastix, Euprepes, Gongylus, Seps etc.) wird der laterale Theil der Unterfläche des Pectoralis von einem kleinen flachen Muskel (M. suprapectoralis,[1]) bedeckt, der entweder von dem hinteren lateralen Bereiche des Pectoralis selbst oder von dem M. obliquus abdominis externus sich ablöst und nach vorn gehend hinter der Achselhöhle (Uromastix) oder im Bereiche der Clavicula (Scincoiden) sich aponeurotisch in der Haut verliert.

Innervirt durch den N. pectoralis (19).

Der Muskel entspricht im Wesentlichen dem M. pectoralis der Amphibien und Chelonier und ist somit ein Homologon des M. pectoralis major und minor der Säugethiere[2]. Eine bemerkenswerthe

---

ment des Acromion aufgefasst werden könnte«. Allerdings kann man eine ähnliche Bildung künstlich darstellen, wenn man Theile der Fascie im Zusammenhange mit der die Mm. capiti-cleido-episternalis und episterno-cleidohyoideus durchsetzenden Inscriptio herauspräparirt, wobei aber immer noch die Anheftung am grossen Zungenbeinhorn vermisst wird. Aber selbst für den Fall, dass bei dem von RÜDINGER präparirten Exemplare ein solcher Sehnenstreif in Wirklichkeit natürlich existirt, so ist nicht einzusehen, welcher Grund vorliegt, mit dem Acromion einen Sehnenstreif zu homologisiren, welcher 1) am grossen Zungenbeinhorn sich anheftet und 2) dem M. pectoralis major zur Insertion dient. Gerade diese beiden Beziehungen müssen ohne Weiteres die Homologie mit dem Acromion ausschliessen.

[1]) Dieser Muskel wurde zuerst von RÜDINGER bei Seps und Gongylus beschrieben und danach von mir (Knochen und Muskeln der Extremitäten bei den schlangenähnlichen Sauriern etc.) ebenfalls bei einer Anzahl Scincoiden aufgefunden und M. suprapectoralis benannt. RÜDINGER sagt bezüglich dieses Muskels (pag. 16): »Es ist der Pectoralis von Seps nicht der zunächst unter Haut liegende Muskel, vielmehr geht vom äussern schiefen, und vom geraden Bauchmuskel ein sehnig muskulöses Bündel über ihn weg, welches mit dem eigenthümlichen Muskel, den von SIEBOLD: Ceratoglossus und DUGÈS: Hyo-pré-styloïdien bei Triton und Salamandra nennen, direct zusammenhängt.« Ein solcher dem Ceratoglossus SIEBOLD's homologer Muskel, mit dem der M. suprapectoralis zusammenhängt, wurde von mir vergebens gesucht. Ebenso vermisste ich bei den von mir untersuchten Exemplaren von Seps die von RÜDINGER beschriebene ansehnliche, von der ventralen Fläche des grossen Brustmuskels ausgehende, Portion, »welche hinter der Fossa axillaris nach oben läuft und sich, mit dem Latissimus und Infraspinatus zusammenhängend, in eine dünne Sehne verliert, die an dem vorderen Rande des Schulterblattes in der Nähe des Ansatzpunctes des Cucullaris sich anheftet.«

[2]) DUMÉRIL (CUVIER) sagt kurz: »Le pectoral (des Crocodiles et des Sauriens) n'est point divisé en plusieurs plans etc.«, während er bei den andern Wirbelthieren von einem »Grand pectoral« spricht. Aus der kurzen Darstellung ist nicht ersichtlich, ob unter der Bezeichung »Pectoral« der M. pectoralis major oder eine Vereinigung der Mm. pectorales major und minor von ihm verstanden wird.

Differenz gegenüber den Amphibien, besonders den Urodelen, liegt in der ansehnlichen Ausbildung des vorderen Abschnitts, der durch die proximale Anheftung an das Episternum eine besondere Stärke erlangt hat, während bei den Urodelen der Schwerpunct der Entwicklung in der hinteren Portion des Muskels liegt. Bei den Vögeln und Säugethieren ist dieser Process der relativen Vorwärtswanderung, der in einer Correlation zu der Rückwärtswanderung des Brustgürtels steht, noch mehr ausgebildet.

8. Supracoracoideus (*spc*) [1].

Untere Hälfte des Hebers des Arms: Meckel.
Pars antica m. deltoidei: Pfeiffer.
Pectoralis II. (gewöhnlich durch 2 Muskeln vertreten): Stannius.
Epicoraco-humeral: Mivart.
Coraco-brachialis proprius: Rüdinger (Gongylus, Seps).
Coraco-brachialis proprius anterior (vielleicht Homologon des tiefen Deltoideus der Vögel): Rüdinger (Saurier mit wohlentwickelten Extremitäten).
Subclavius (zugleich Homologon des Pectoralis II. s. Levator humeri der Vögel): Rolleston.
Coraco-humeralis I. und medialer Theil des Coràco-humeralis II.: Fürbringer.
Supraspinatus: Sanders (Platydactylus, Liolepis).
Theils Supraspinatus, theils Subclavius: Sanders (Phrynosoma).

Breiter und kräftiger Muskel auf der Unterfläche der Brust, der vorn von dem M. deltoideus clavicularis, hinten von dem M. pectoralis gedeckt ist, während er mit seiner hinteren Partie die Mm. biceps und coraco-brachialis überlagert, wobei er mitunter (z. B. Seps, Iguana) mit letzterem Muskel ziemlich innig zusammenhängen kann. Er entspringt von der Aussenfläche des Coracoids [2] (incl. Procoracoid und Epicoracoid) und zwar im Bereiche der vorderen Hälfte desselben von der die Fenestra coracoidea anterior (*Feca*) ausfüllenden Membran und den dieselbe umgrenzenden Theilen mit

---

[1] Günther führt bei Hatteria eine Anterior portion of Coraco-brachialis an, die aber dem M. supracoracoideus nicht entspricht.

[2] In meiner früheren Arbeit (Knochen und Muskeln etc.) habe ich bei uprepes einen Ursprung des M. coraco-humeralis II. von Coracoid und Episternum angegeben. Letzterer existirt in Wirklichkeit nicht; die Verbindung mit dem Episternum wird durch zwischenliegendes Bindegewebe (Fascien) vermittelt.

Ausnahme des vordersten und innersten Saumes und geht mit convergirenden Fasern lateralwärts an den Humerus, wo er theils bedeckt vom M. pectoralis, theils proximal von demselben und medial neben dem M. deltoideus von dem proximalen Theile des Processus lateralis inserirt. Mitunter (Scincoiden, Uromastix) ist er in 2 Schichten gesondert, von denen die innerste (*spc*) hauptsächlich von dem Rande der Fenestra coracoidea anterior und der sie ausfüllenden Membran, die äussere (*spc*) von den Theilen des Coracoids, Epicoracoids und Procoracoids entspringt, welche die Ursprungsstelle der tiefen Partie umlagern [1]).

Innervirt durch den N. supracoracoideus (12).

Der M. supracoracoideus hat die verschiedensten Deutungen erfahren, von denen ich keiner vollkommen zustimmen kann. Dass die Annahme Meckel's und Pfeiffer's, welche den Muskel dem M. deltoideus zurechnen, nicht richtig ist, wird ganz abgesehen von dem verschiedenen Ursprung namentlich durch die Differenz in der Innervation — der M. supracoracoideus wird von einem in dem vorderen Bereiche des Coracoids, durch das Foramen coracoideum, verlaufenden, der M. deltoideus durch einen vom hinteren Rand der Scapula herkommenden Nerv versorgt — ohne Weiteres dargethan. Spätere Untersucher haben seine Verschiedenheit von den eben erwähnten Muskelbildungen richtig erkannt und ihn danach mit indifferenten Namen (M. epicoraco-humeralis (Mivart), M. coraco-brachialis proprius und proprius anterior (Rüdinger), M. coraco-humeralis I. und II. (Fürbringer)) bezeichnet. Andere Anatomen, Stannius, Rolleston, erkannten in richtiger Weise die grosse Aehnlichkeit mit dem M. pectoralis II. der Vögel, namentlich der Ratiten, und fassten ihn als Homologon dieses Muskels auf [2]), wobei aber der Erstere einen Vergleich mit menschlichen Bildungen gar nicht versuchte. Dieser wurde, in sorgfältigerer Weise als dies früher geschah, erst in neuerer Zeit von Rolleston und Sanders angebahnt: Ersterer verglich den Muskel mit dem M. subclavius der Säugethiere, Letzterer in seinen beiden ersten Abhandlungen (über Platydactylus und über

---

[1]) Diese beiden Schichten entsprechen theilweise den von mir früher (Knochen und Muskeln etc.) aufgestellten Mm. coraco-humerales I. und II., sowie wahrscheinlich den von Stannius angeführten beiden Muskelbäuchen, die »anstatt eines Pectoralis II.« bei den kionokranen Sauriern vorhanden sind.

[2]) Weniger glücklich ist Rüdinger, wenn er eine Homologie mit dem tiefen Deltoideus der Vögel als möglich annimmt.

Liolepis mit dem M. supraspinatus, während er in seiner letzten über Phrynosoma) eine Homologie theils mit dem M. supraspinatus, theils mit dem M. subclavius befürwortete. Von diesen drei Deutungen des Muskels gebe ich der ersten von Sanders — als Homologon des M. supraspinatus — den Vorzug vor den beiden anderen Deutungen, welche eine totale oder partielle Vergleichung mit dem M. subclavius statuiren[1], kann aber auch ihr nicht ganz beistimmen. Sanders hat ganz richtig die Uebereinstimmung in der Insertion des Muskels der kionokranen Saurier mit der des M. supraspinatus erkannt; allein er hat bei der Vergleichung der Ursprünge beider Muskeln Skelettheile mit einander homologisirt, die sich nicht vergleichen lassen, indem er eine Homologie zwischen dem Coracoid, Epicoracoid und Procoracoid der Saurier und der Fossa supraspinata des Menschen annahm. Dass letztere eine den Säugethieren eigenthümliche, aber dem Coracoid der Saurier ganz fremde Bildung ist, wurde bereits von Gegenbaur (Schultergürtel etc.) evident nachgewiesen, so dass ich hier auf eine Widerlegung dieser Behauptung von Sanders verzichten kann.

In Wirklichkeit hat allerdings der M. supracoracoideus der Saurier unter allen Muskelbildungen der marsupialen und placentalen Säugethiere die grösste Verwandtschaft mit dem M. supraspinatus, wie dies bereits bei Besprechung des M. supracoracoideus der Amphibien und Chelonier von mir kurz erwähnt wurde. Abgesehen von der Aehnlichkeit der Insertion wird dies vor Allem durch die Art der Innervirung bewiesen. Der M supracoracoideus der Saurier wird durch den N. supracoracoideus, der M. supraspinatus (und infraspinatus) der Säugethiere durch den N. suprascapularis versorgt. Beide Nerven setzen sich in entsprechender Weise zusammen aus vorderen Wurzeln des Plexus brachialis[2], beide dringen im Bereiche des vorderen Theiles des Brustgürtels in die von ihnen versorgten Muskeln ein. Die Durchtrittsstelle durch den Brustgürtel stimmt allerdings bei beiden nicht überein: bei den Sauriern tritt der Nerv

---

[1] Rolleston's Deutung — als M. subclavius — wurde von ihm bei Besprechung der Schultermuskeln der Crocodile (und Vögel gegeben und werde ich darum auch erst unter § 12 C. Crocodile näher darauf eingehen.

[2] Ich meine hier die proximal-distale Richtung und sehe zunächst ab von den verschiedenen relativen Beziehungen beider Nerven, die Zusammensetzung aus Rr. superiores und inferiores betreffend. Eine ausführliche Besprechung dieser Verhältnisse behalte ich mir für später vor.

durch das Foramen coracoideum, bei den Säugethieren durch die Incisura (Foramen) scapulae. Dass aber doch beide Arten des Durchtritts mit einander vereinbar sind und gar nicht so sehr auseinanderliegen, dafür spricht der Umstand, dass der N. supracoracoideus (supracoraco scapularis) bei den verschiedenen Abtheilungen der Wirbelthiere in verschiedenster Weise durch den vorderen Abschnitt des Brustgürtels zu seinem Muskel gelangen kann[1]: seine Durchtrittsstelle zeigt alle möglichen Uebergänge von dem medialen Rande des Coracoids bis zu dem Grenzbereiche zwischen Coracoid und Scapula. Von grösster Wichtigkeit für die Klarlegung der gegenseitigen Beziehungen beider Nerven ist — abgesehen von Chameleo und Crocodilus — das Verhalten von Ornithorrhynchus. Hier existirt weder ein Foramen coracoideum noch eine eigentliche Incisura (Foramen) scapulae: der hier dem N. supracoracoideus und suprascapularis entsprechend zusammengesetzte Nerv tritt an den Vorderrand der Grenze zwischen Scapula und Coracoid und theilt sich hier in einen ventralen und einen dorsalen Ast; der ventrale Ast verläuft zu dem M. supracoracoideus (Epicoraco-humeralis Mivart's cf. Trans. Linn. Soc. XXV. p. 383), der dorsale zu den Mm. supraspinatus (der hier minimal, aber doch vorhanden ist und infraspinatus; ersterer ist ein unzweifelhaftes Homologon des N. supracoracoideus der Amphibien, Reptilien und Vögel, letzterer stimmt im Wesentlichen vollkommen mit dem N. suprascapularis der placentalen und marsupialen Säugethiere überein. Nach diesem Verhalten muss zwischen N. supracoracoideus und N. suprascapularis eine gewisse Homologie statuirt werden. Diese Homologie ist aber keine complete, denn der N. supracoracoideus versorgt ventrale, der N. suprascapularis dorsale Muskeln: der erstere hat also nähere Beziehungen zu den Rr. inferiores des Plexus brachialis, der letztere zu den Rr. superiores[2]. Und demnach können auch die Mm. supracoracoideus

[1]) Dieser Durchtritt geschieht durch ein Foramen coracoideum bei den meisten Urodelen, bei den kionokranen Sauriern, bei den Crocodilen und bei einzelnen Vögeln, — durch eine Incisur am Medialrande des Coracoids bei einzelnen Vögeln, — medial neben dem Coracoid durch die Membrana epicoracoidea bei den meisten Vögeln, — durch die grosse Oeffnung zwischen Procoracoid und Coracoid bei der Mehrzahl der Anuren und bei den Cheloniern, — von dem Vorderrande des Coracoids bei Proteus und einzelnen Anuren, z. B. Engystoma und Kalohyla, — durch ein Foramen coraco-scapulare bei Chamaeleo, — durch die grosse Incisur an der Grenze zwischen Coracoid und Scapula vor dem Vorderrand beider bei Ornithorrhynchus.

[2]) Dieser verschiedenen Vertheilung entspricht auch der verschiedene

und supraspinatus nicht ohne Weiteres homologisirt werden (wie Sanders will), sondern sie sind als zwei Muskeln zu betrachten, die wohl im Allgemeinen derselben Muskelgruppe (System der Mm. supracoracoideus, supraspinatus und infraspinatus) angehören, die aber im Speciellen nach Lage und Ursprung hinreichende Verschiedenheiten darbieten, um eine complete Homologie auszuschliessen. — Die bei den Urodelen und z. Th. auch bei den Cheloniern (z. B. Trionyx) gewahrten innigen Beziehungen des M. supracoracoideus zu den Mm. deltoides (procoraco-humeralis) und coraco-brachialis sind bei den Sauriern zum grössten Theil aufgegeben; nur geringe Verbindungen mit dem M. coraco-brachialis bei Einzelnen (z. B. Scincoiden, Iguana) erinnern noch an die den Urodelen zukommenden niederen Bildungen.

9. Coraco-brachialis brevis (*cbb*) und Coraco-brachialis longus (*cbl*).

Coraco-brachialis brevis:

Theil des grossen Brustmuskels oder Hakenarmmuskel: Meckel (No. 7).
Coraco-brachialis anterior, Anterior portion of Coraco-brachialis: Pfeiffer, Günther.
Shorter portion of Coraco-brachialis, Coraco-brachialis brevis: Mivart, Sanders.
Theil des Coraco-brachialis proprius posterior s. longus: Rüdinger.
Upper portion of Coraco-brachialis, Middle portion of Coraco-brachialis: Rolleston.
Coraco-humeralis III.: Fürbringer.

Coraco-brachialis longus:

Hakenarmmuskel: Meckel (No. 8).
Coraco-brachialis posterior: Pfeiffer.
Coraco-brachialis: Stannius.
Longer portion of Coraco-brachialis, Coraco-brachialis longus: Mivart, Rolleston, Sanders.
Inferior portion of Coraco-brachialis: Günther.
Theil des Coraco-brachialis proprius posterior s. longus: Rüdinger.
Coraco-humeralis internus: Fürbringer.

Durchtritt beider Nerven, von denen der N. supracoracoideus im ventralen Bereiche, der N. suprascapularis im dorsalen Bereiche zu seinem Muskel durch den Brustgürtel tritt.

Eine von dem hintern Theile der Aussenfläche des Coracoids entspringende Muskelmasse, die z. Th. bedeckt von dem M. coraco-antebrachialis an den Humerus geht, wo sie sich im Bereiche von dessen ganzer Länge nahezu an der Beuge- und Medialseite anheftet. Sie beginnt am Coracoid in der Regel derart, dass man eine vordere breite muskulös entspringende und eine hintere schmälere sehnig-fleischig anfangende Partie unterscheiden kann, die sich bald vereinigen und nun in der Gegend des lateralen Theils des Coracoids einen homogenen Muskel bilden, der sich sofort wieder in 2 Muskeln theilt, die durch den N. brachialis longus inferior getrennt sind, und von denen der vordere, M. coraco-brachialis brevis, sich aus der ganzen vorderen und einem kleinen Theile der hinteren Ursprungspartie zusammensetzt, während der hintere, M. coraco-brachialis longus, aus dem grössten Theile der hinteren Ursprungspartie hervorgeht.

M. coraco-brachialis brevis. Kurzer aber breiter Muskel, dessen vorderer Theil vom M. coraco-antebrachialis bedeckt ist, während der hintere direct unter dem M. pectoralis liegt. Er entspringt von der äusseren Fläche des hinteren Theils des Coracoids mit Ausnahme des hinteren Winkels[1] entweder einfach und dann mit dem M. coraco-brachialis longus vereint (Iguana, Lacerta), oder mehr von ihm getrennt (Scincoiden, Platydactylus), oder doppelt mit einer breiteren vorderen und einer schmäleren (von dem Ursprunge des M. coraco-brachialis longus sich ablösenden) hinteren Portion, die sich beide schnell vereinigen (Uromastix), und verläuft, dem Kapselbande des Schultergelenks dicht aufliegend und auch mit einigen Fasern daran inserirend[2], an den Humerus, an dessen Beugefläche er in verschiedener Ausdehnung[3] im Bereiche der proximalen 2 Drittel sich anheftet.

M. coraco-brachialis longus. Langer und schlanker Muskel, der in der Regel von der Aussenfläche des hinteren Winkels des Coracoids, seltener (einzelne Scincoiden) auch von dessen Innenfläche entspringt und neben dem M. coraco-brachialis brevis, ent-

---

[1] Günther lässt den Muskel bei Hatteria nahezu von der ganzen Aussenfläche des Coracoids entspringen.

[2] Bereits von Sanders bei Liolepis angegeben.

[3] Die Muskelinsertion zeigt alle Stufen von der Insertion an der proximalen Hälfte (Iguana, Phrynosoma, Uromastix) bis zu der an den proximalen 2 Dritteln (Liolepis, Platydactylus). Auch wird eine Insertion an dem Processus medialis (Tuberculum internum d. Aut.) angegeben (cf. Pfeiffer).

weder mit ihm anfangs vereinigt oder ihm nur anliegend, an den Humerus geht, an dessen Medialseite im Bereiche des distalen Drittels und meist an dessen Epicondylus ulnaris[1] er inserirt. In der Regel ist er mit Ausnahme des sehnig-muskulösen Anfangs durchaus muskulös, bei einzelnen Sauriern dagegen (namentlich Scincoiden) geht er in seinem distalen Bereiche in eine schlanke Sehne über, die nur am Epicondylus ulnaris s. medialis inserirt. Ist der M. coraco-brachialis brevis breit entwickelt, so grenzt er dicht an den Longus an und wird nur an der Durchtrittsstelle des N. brachialis longus inferior von diesem abgehoben; ist der M. coraco-brachialis brevis mehr auf die proximale Hälfte des Humerus beschränkt, so ist er von ihm durch einen mehr oder weniger breiten Schlitz getrennt.

Innervirt durch Nn. coraco-brachiales (22).

Der M. coraco-brachialis ist von der Mehrzahl der Autoren als M. coraco-brachialis gedeutet worden. Nur Meckel lässt die Möglichkeit einer Vergleichung mit Theilen des M. pectoralis offen (eine Auffassung, die keiner Widerlegung bedarf), während ich ihn in meiner früheren Arbeit (Knochen und Muskeln etc.) irrthümlich als einen besonderen M. coraco-humeralis (tertius und internus) auffasste, eine Deutung, die ich hiermit ausschliesse.

In Wirklichkeit entspricht der Muskel dem M. coraco-brachialis der anderen Wirbelthiere im Allgemeinen, zeigt aber sogar im Speciellen mit den Bildungen Einzelner grosse Uebereinstimmung. Am grössten (unter den bereits besprochenen Wirbelthieren) ist die Aehnlichkeit mit den Mm. coraco-brachialis brevis und longus der Urodelen und aglossen Batrachier, bei denen diese Muskeln sowohl in Ursprung und Insertion als auch in dem Lagerungsverhältniss zu dem N. brachialis longus inferior eine ausserordentliche Uebereinstimmung mit den entsprechenden Bildungen der Saurier darbieten. Weniger gross ist die Aehnlichkeit mit den Bildungen der opisthoglossen Anuren, die zwar nach Ursprung und Insertion den Mm. coraco-brachiales der kionokranen Saurier entsprechen, aber in ihren Beziehungen zu dem N. brachialis longus inferior beträchtliche Abweichungen zeigen. Noch geringer ist die Uebereinstimmung mit den Mm. coraco-brachiales der Chelonier, die hinsichtlich des Ursprungs, der Insertion und der Lage zu dem N. brachialis longus inferior wenig den entsprechen-

[1] Günther gibt bei Hatteria irrthümlich den Condylus externus an.

den Muskeln der Saurier gleichen. — Unter den Säugethieren zeigt der M. coraco-brachialis eine ausserordentlich mannigfache Entwicklung, die sich auch in den vielfachen, besonders von Wood[1] bearbeiteten Varietäten des menschlichen M. coraco-brachialis ausspricht. Durch diese wird (wie besonders Rolleston in der seiner Abhandlung beigefügten Tabelle und Mivart angeben) die Homologie mit dem M. coraco-brachialis der Saurier vermittelt, derart, dass der M. coraco-brachialis brevis der Saurier dem M. coraco-brachialis brevis s. rotator humeri und M. coraco-brachialis medius der Säuger und der M. coraco-brachialis longus der Saurier dem M. coraco-brachialis longus der Säugethiere entsprechen. Die Abweichungen des Ursprungs, der bei den mit verkümmertem Coracoid (Processus coracoideus) versehenen Säugethieren von diesem in der Nähe der Scapula, bei den Sauriern viel medialer und dem Sternum näher stattfindet, werden durch Uebergangsbildungen verbunden und sind nicht bedeutend genug, um eine Homologie auszuschliessen.

10. Coraco-antebrachialis (Biceps brachii) (*b*).

Langer Kopf des langen Beugers, langer Kopf des Biceps, Theil des M. coraco-humero-radialis s. Bicepis brachii: Meckel, Pfeiffer, Fürbringer.

Biceps, Biceps brachii: Duméril (Cuvier), Mivart, Günther, Sanders.

Coraco-radialis: Stannius.

Biceps brachii s. coraco-radialis: Rüdinger.

Langer, bei den meisten kionokranen Sauriern zweiköpfiger Muskel, der auf dem hinteren Theil der Aussenfläche des Coracoids, wo er den M. coraco-brachialis brevis deckt, und auf der Beugeseite des Humerus, proximal zwischen beiden Processus im Sulcus (Fossa) intertubercularis, distal zwischen den Mm. humero-antebrachialis (z. Th. ihn auch deckend) und coraco-brachialis liegt. Er entspringt medial neben den Mm. coraco-brachialis brevis und supracoracoideus in wechselnder Weise mit sehnigem oder muskulösem Anfange, wird in der Gegend des Schultergelenks rein sehnig und geht dann wieder am Ende des Processus lateralis humeri in einen kräftigen Mus-

---

[1] Wood, On Human Muscular Variations and their Relation to the Comparative Anatomy. Journal of Anatomy and Physiology. Vol. I. London and Cambridge 1867. pag. 44 f.

kelbauch über, der vor dem Ellenbogengelenk wieder sehnig wird und sich mit der Sehne des M. humero-antebrachialis verbindet. Die hieraus hervorgehende gemeinschaftliche Endsehne spaltet sich mehr oder weniger vollkommen in 2 nahezu gleichkräftige Zipfel [1]), die zwischen die Anfänge der Beuger und Strecker am Vorderarme sich einschieben und an den proximalen Enden der Beugeflächen des Radius und der Ulna inseriren [2]). Eine Ausnahme von diesem Verhalten macht Hatteria (cf. Günther), wo der M. biceps durch 2 resp. 3) vollkommen getrennte Muskeln vertreten ist, von denen der eine lediglich an dem Radius, der andere allein an der Ulna inserirt [3]). — Der Ursprung vom Coracoid verhält sich sehr verschieden. Die ursprünglichsten Verhältnisse bietet Platydactylus dar: hier bildet der von dem Coracoid entspringende Kopf einen breiten Muskelbauch, der den M. coraco-brachialis brevis deckt und erst am lateralen Rande des Coracoids in die oben beschriebene Sehne übergeht. Bei

[1]) In der Regel ist der an der Ulna inserirende Zipfel der kräftigere; Mivart gibt sogar an, dass bei Iguana die von dem M. biceps abstammenden Fasern der gemeinschaftlichen Endsehne hauptsächlich an der Ulna zu inseriren scheinen. Bei andern Sauriern, z. B. einzelnen Scincoiden, ist der an den Radius sich anheftende Zipfel ebenso kräftig oder noch kräftiger als der an die Ulna gehende, welcher letztere von Stannius und mir (in meiner früheren Untersuchung) hier übersehen worden ist.

[2]) Auch verbinden sich mitunter einzelne Sehnenfascikel mit der Vorderarmfascie. Eine Anheftung an den Condylus internus humeri hingegen, wie sie Rüdinger (pag. 98) angibt, wurde von mir nirgends gefunden.

[3]) Hatteria bietet, falls die Beschreibung Günther's der Wirklichkeit entspricht, auch bezüglich der Ursprünge des M. biceps Verschiedenheiten dar, die eine directe Vergleichung mit den entsprechenden Bildungen der übrigen Saurier kaum gestatten. Nach Günther besteht der M. biceps aus 2 getrennten Muskeln, von denen der zweite noch von einem sehr schlanken Muskel (3. Theil des Biceps) begleitet wird. Der erste, innere, Muskel (nach Günther Homologon des Caput breve des menschlichen M. biceps) geht vom Sternalrand des Coracoids zu dem oberen Ende der Ulna und ist zweibäuchig mit Zwischensehne in der Gegend der Insertion des M. pectoralis; der zweite, äussere, Muskel (nach Günther Homologon des Caput longum des M. biceps des Menschen) ist distal an dem oberen Ende des Radius angeheftet, während er proximal vom Tuberculum majus humeri in seinem Laufe unterbrochen und mit demselben neben dem M. pectoralis major verbunden ist; ein von diesem Tuberculum nach der Scapula laufendes kräftiges Band fasst Günther als die Fortsetzung der Sehne dieses Muskels auf (»a strong ligament running from this tubercle to the scapula may be regarded as the continuation of the tendon of this muscle, and as homologous with the »caput longum«). Der den letzten begleitende schlanke Muskel geht vom Radius ohne Unterbrechung in das eben beschriebene Ligament über und entspricht nach Günther ebenfalls dem Caput longum des menschlichen Biceps.

den Scincoiden, Varanus, Lacerta, Salvator, Ameiva, Uromastix[1]) zeigt sich eine weitere Differenzirung: bei diesen ist der im Bereiche des Coracoids liegende Abschnitt theils muskulös, theils sehnig entwickelt, derart, dass der vordere, in dem Umkreis des hinteren Coracoidfensters entspringende Theil desselben einen deutlichen Muskelbauch (*b*) darstellt, der nicht (Varanus) oder ganz deutlich (Scincoiden, Lacerta, Salvator, Ameiva, Uromastix) von dem hinteren Theile getrennt ist, der vorwiegend (Trachysaurus oder ganz aus Sehnengewebe besteht (Varanus, Lacerta, Ameiva, Salvator, Uromastix): die beiden getrennten Theile, der vordere Muskelbauch und die hintere platte Sehne vereinigen sich dann erst in der Höhe des Schultergelenks zu einer gemeinsamen Sehne, die am Oberarm wieder in den oben beschriebenen zweiten kräftigen Muskelbauch (b_1) übergeht. Auch der vordere bei den eben erwähnten Gattungen muskulöse Theil kann durch eine Sehne vertreten sein: dies ist der Fall bei Iguana und Stellio[2]; hier entspringt der M. biceps rein sehnig vom Coracoid und geht erst am Ende des proximalen Drittels des Oberarms in den kräftigen distalen Muskelbauch über, der seinerseits sich oberhalb des Ellenbogengelenks mit dem M. humero-antebrachialis zu der gemeinschaftlichen Endsehne verbindet.

Die Innervation des M. biceps geschieht in der Regel durch 2 getrennte Nerven, von denen der proximale, für den proximalen Bauch des M. biceps bestimmte (22[b]) von dem N. coraco-brachialis sich abzweigt und nach Durchbohrung des M. coraco-brachialis brevis zu seinem Muskel gelangt, während der distale, den distalen Bauch des M. biceps versorgende 22[c]) erst in der Mitte des Oberarms vom N. brachialis longus inferior abgeht. Fehlt der proximale Muskelbauch (Iguana etc.), so ist auch der proximale Nerv nicht entwickelt, und der M. biceps wird dann nur von einem in der Mitte des Oberarms abgehenden Zweig des N. brachialis longus inferior versorgt.

Der Muskel ist von den früheren Anatomen als ein Homologon des M. biceps brachii des Menschen erkannt worden; nur Stannius

---

[1]) Bei Liolepis und Phrynosoma beschreibt Sanders ebenfalls einen muskulösen Ursprung.

[2]) Die Iguana betreffende Angabe ist Mivart, die sich auf Stellio beziehende Rüdinger entnommen, letzterer lässt auch den Muskel bei Phrynosoma Harlanii) sehnig entspringen, während Sanders ihn bei Phrynosoma (coronatum) muskulös beginnen lässt.

scheint durch Anwendung der indifferenten Bezeichnung M. coracoradialis diese Homologie nicht anzuerkennen. — In Wirklichkeit existirt eine (weitere) Homologie mit der gleichnamigen menschlichen Bildung: der Ursprung von dem hinteren und medialen Theile des Coracoids, sowie die sowohl an Radius als an Ulna stattfindende Insertion schliessen die Annahme einer completen Homologie aus. Bezüglich der hier angewandten Nomenclatur, nach der die vom Brustgürtel bis zum Vorderarm (mag sie nun allein an Radius oder auch an der Ulna inseriren) erstreckte Beugemuskulatur als M. biceps brachii, hingegen die vom Oberarm zum Vorderarm (sowohl an Radius und Ulna) gehende Beugemuskulatur als M. brachialis inferior (anticus) zusammengesetzt wird, verweise ich auf den 2. Theil dieser Abhandlung (Jenaische Zeitschrift. VIII. Band. N. F. 1. pag. 264). Der Muskel entspricht im Wesentlichen dem M. coraco-antebrachialis (biceps) der Chelonier[1] und hat auch mit diesem (wie bei Säugethieren etc.) die Anheftung oberflächlicher Fasern an die Vorderarmfascie (Homologe der sogenannten Aponeurose des M. biceps brachii) gemein. — Die beiden getrennten Ursprünge des M. biceps der kionokranen Saurier sind gemeinhin von den Anatomen als Homologe der beiden Köpfe des menschlichen Biceps aufgefasst worden, derart, dass der vordere mit dem Caput longum, der hintere mit dem Caput breve verglichen wurde[2]. Gegen diese Deutung

[1]) Namentlich der Biceps von Hatteria zeigt durch die complete Zweitheilung grosse Aehnlichkeit mit den entsprechenden Bildungen von Trionyx und Emys.

[2]) Rüdinger versucht eine Homologie beider Ursprünge des M. biceps brachii der kionokranen Saurier mit dem Caput longum und breve des menschlichen Biceps in folgender Weise darzuthun. Er sagt (pag. 71 f.): »Der menschliche Biceps entspringt auch mit zwei Köpfen vom Processus coracoideus und geht, der eine von dessen Spitze, der andere von der Basis aus; denn der durch das Schultergelenk hindurchgehende lange Kopf hängt ebenso mit der Basis des Schulterhakens wie mit dem Caput humeri zusammmen. Beide, Caput humeri und Schulterhaken, können beim Erwachsenen nicht scharf von einander abgegrenzt werden, und für ihre Entwicklung dient beim Menschen ein Knorpel als Grundlage, wie ich mich an durchschnittenen Schulterblättern von 3—4 Monate alten Embryonen überzeugt habe. — Freilich muss zugegeben werden, dass der Kopf des Biceps, sollte er vollkommene Analogie mit dem menschlichen Caput longum bicipites haben, von dem lateralen Theile des Os coracoideum ausgehen müsste, welcher mit dem Schulterblatt das Gelenk bilden hilft, denn nur dieser entspricht der Basis, während der innere mit dem Brustbein articulirende Theil desselben der Spitze des menschlichen Schulterhakens entspricht.« Von dieser ganzen Auseinandersetzung ist mir nur der letzte Satz verständlich.

spricht einmal die Lage beider Ursprünge: ihre Fortsetzung liegt in der Fossa intertubercularis, die dem Sulcus bicipitalis des Menschen homolog ist, dann die Beobachtung, dass es erst bei den Säugethieren zur Bildung eines ausserhalb des Sulcus bicipitalis liegenden (von dem M. coraco-brachialis aberrirenden) Caput breve kommt. Es sind danach beide Köpfe des M. biceps der Saurier nur dem Caput longum des menschlichen Biceps brachii zu vergleichen: entsprechend der breiteren Ursprungsstelle bieten sie aber eine weit grössere und mannigfaltigere Ausbildung dar als dieses.

11. Humero-antebrachialis inferior (Brachialis inferior) (*hai*.

Kurzer Kopf des langen Beugers, kurzer Kopf des M. biceps brachii, Kopf des M. coraco-humero-radialis s. Biceps brachii: Meckel, Pfeiffer, Fürbringer.

Vorderarmbeuger: Stannius.

Brachialis anticus, Brachialis internus: Mivart, Günther, Sanders, Rüdinger.

Kräftiger, an der Beuge des Oberarms gelegener, median von dem M. biceps, lateral von dem M. anconaeus humeralis lateralis begrenzter, Muskel, der von der ganzen Beugefläche des Humerus unterhalb der Insertionen der Mm. supracoracoideus und pectoralis und oberhalb der Condylen entspringt und sich in der Ellenbeuge mit dem M. biceps zu einer gemeinsamen Endsehne vereinigt, die in 2

---

der aber den Fehler involvirt, dass eine Homologie der Spitze des menschlichen Processus coracoideus mit dem in das Brustbein einlenkenden Gelenktheile des Coracoids der Saurier behauptet wird. Die vorhergehenden Sätze stehen ausser allem logischen Zusammenhange mit der zu beweisenden Annahme und sind auch an und für sich betrachtet, nicht zu begreifen. Behauptungen, wie 1) dass »Caput humeri und Schulterhaken beim Erwachsenen nicht scharf von einander abgegrenzt werden können« und 2) dass »für ihre Entwicklung beim Menschen ein Knorpel als Grundlage diene«, wie Rüdinger sich an durchschnittenen Schulterblättern von 3—4 Monate alten Embryonen überzeugt haben will, entbehren so vollkommen jeder reellen Grundlage — schon bei 5—6 Wochen alten menschlichen Embryonen ist der Humerus mit einem auf dem Durchschnitte kreisähnlichen Kopfe gegen das Schultergerüst begrenzt (cf. unter Anderem Henke und Reyher, Studien über die Entwicklung der Extremitäten des Menschen, insbesondere der Gelenkflächen. Sitzungsberichte der K. Akademie der Wissenschaften zu Wien. III. Abth. 70 Band. Jahrgang 1874 pag. 8) —, dass sie einer wissenschaftlichen Betrachtung und Widerlegung nicht bedürfen.

Zipfel gespalten an den proximalen Enden des Radius und der Ulna inserirt[1]).

Innervirt durch N. humero-brachialis inferior (24).

Der Muskel entspricht dem gleichnamigen der Urodelen und Chelonier und somit theils dem menschlichen M. brachialis anticus (an der Ulna inserirender Theil), theils den vom Humerus entspringenden (3., 4. und 5.) Köpfen des M. biceps brachii an dem Radius inserirender Theil).

12. Dorso-humeralis (Latissimus dorsi)[2]).

Breiter Rückenmuskel, Latissimus dorsi: Meckel, Stannius, Mivart, Rüdinger, Sanders.
Dorso-humeralis s. Latissimus dorsi: Fürbringer.

Breiter und ansehnlicher Muskel an der Seitenfläche des Thorax[3]), dessen vorderer Theil in der Regel von dem hinteren Abschnitte des M. cucullaris bedeckt ist. Er entspringt in verschiedener Ausdehnung[4]) aponeurotisch von den Dornfortsätzen der letzten

---

[1]) Mivart gibt bei Iguana an, dass die dem M. brachialis anticus entsprechenden Partien der gemeinsamen Endsehne hauptsächlich am Radius enden, während Sanders für Platydactylus eine Insertion des M. brachialis anticus an der Ulna betont. Meine frühere Angabe (Knochen und Muskeln etc.), wonach der Muskel bei den Scincoiden am Radius allein inseriren sollte, nehme ich hiermit als irrthümlich zurück.

[2]) Bei den schlangenähnlichen Sauriern mit vollkommen verkümmerter Extremität fehlt der M. latissimus dorsi, wie sich namentlich durch Untersuchung der Nerven nachweisen lässt. Die darauf bezüglichen früheren Angaben von Meckel (Anguis), von mir (Anguis, Ophiodes) und von Humphry (Pseudopus), welche bei diesen Gattungen ein Vorhandensein von Elementen des M. latissimus dorsi statuirten, erhalten hiermit eine Correctur: Ophiodes anlangend fehlt allerdings der auf empirische Grundlage gebaute Nachweis des Mangels von Latissimus-Fasern, während Anguis und Pseudopus bezüglich dieses Verhältnisses untersucht wurden.

[3]) Eine auffallende Ausnahme macht Phrynosoma coronatum, wo der schmale Muskel nur von dem 3. und 4. Rückenwirbeldornfortsatz und der 2. Rippe entspringt (cf. Sanders); bei Phrynosoma Harlanii hingegen beschreibt Rüdinger einen breiten sehnigen Ursprung.

[4]) Der Anfang des Ursprungs liegt am 6. Wirbel bei Ameiva, Iguana, Liolepis, am 7. bei Lacerta, Platydactylus, am 8. bei Euprepes, Uromastix, Lophyrus, am 9. bei Varanus, Trachysaurus, am 11. bei Phrynosoma. Die hintere Grenze des Ursprungs ist bei den meisten Sauriern nicht scharf anzugeben, da hier der Muskel fest mit der Unterlage verwachsen ist; es wurde aber eine ungefähre Erstreckung nach hinten beobachtet bis zum 12. Wirbel bei Phryno-

Hals- und der meisten Rückenwirbel, sowie mitunter von einzelnen Rippen (namentlich bei Uromastix, Varanus) und geht mit stark convergirenden Fasern in eine kräftige Sehne über, die am proximalen Theile der Streckseite des Humerus zwischen Processus lateralis und medialis, letzterem näher, inserirt. Am Ursprunge ist der vordere Abschnitt des M. latissimus dorsi deutlich von der übrigen Rückenmuskulatur getrennt, während der hintere in der Regel[1]) mehr oder weniger untrennbar mit der Lumbodorsalfascie und der epaxonischen Rückenmuskulatur verwachsen ist; mitunter (z. B. bei Liolepis) ist namentlich im vorderen Bereiche des Muskels die Ursprungsaponeurose innig mit der der Gegenseite verbunden, womit eine weniger innige Anheftung an den Dornfortsätzen Hand in Hand geht. Die Convergenz der Fasern findet derart statt, dass die vorderen Fasern in der Regel[2]) senkrecht nach unten, die hinteren nach vorn und unten verlaufen. Die Endsehne tritt erst zwischen M. anconaeus scapularis und M. anconaeus coracoideus, dann zwischen den Mm. anconaeus humeralis medialis und lateralis verlaufend, distal vom M. scapulo-humeralis profundus an den Humerus und gibt mitunter (Varanus, Iguana, Phrynosoma, ein Exemplar von Uromastix) vor ihrer Insertion ein Sehnenfascikel ab, das sich mit dem Anfang des M. anconaeus coracoideus vereint[3]). Ist ein M. teres major vorhanden, so kann er gemeinschaftlich mit dem M. latissimus dorsi inseriren (Uromastix).

Innervirt durch N. latissimus dorsi (34).

Der Muskel entspricht dem M. latissimus dorsi der Amphibien und Chelonier, und zwar zeigt er bezüglich der Ausdehnung seines Ursprungs, sowie der theilweisen Verbindung mit Elementen des M. anconaeus die nächsten Beziehungen zu der gleichnamigen Bil-

soma, bis zum 14. bei Platydactylus (japonicus) und Lophyrus, bis zum 15. bei Platydactylus (aegyptiacus), bis zum 16. bei Lacerta, bis zum 17. bei Iguana und Ameiva, bis zum 19. bei Euprepes.

[1]) Verhältnissmässig selbstständig und leicht trennbar von den darunter liegenden Muskeln ist der hintere Theil des M. latissimus dorsi bei Platydactylus.

[2]) In den Fällen, wo der Anfang des Ursprungs verhältnissmässig weit vorn beginnt, namentlich bei Ameiva, Varanus etc., gehen die vorderen Fasern nach unten und zugleich etwas nach hinten zur Insertion.

[3]) Rüdinger gibt bezüglich des M. latissimus dorsi von Phrynosoma Harlanii an, dass wenige Muskelfasern vom unteren Rande des Latissimus wegtreten, sich in der Aponeurose der Achselhöhle verlieren und theilweise mit dem M. pectoralis zusammenhängen.

dung bei den Urodelen. Ein abweichendes Verhalten zeigt hingegen die Insertion, welche bei den Urodelen und Anuren lateral von dem Ursprunge von den humeralen Portionen des M. anconaeus, bei den kionokranen Sauriern zwischen ihnen stattfindet: eine vermittelnde Stellung zwischen diesen beiden Extremen, — die übrigens zum grössten Theile durch die verschiedenartige Entwicklung des M. anconaeus und nur zum kleinsten durch die des M. latissimus dorsi bedingt sind, — nehmen die Chelonier ein. Bemerkenswerth ist die (von RÜDINGER bei Phrynosoma beschriebene) Ablösung unterer Fasern, die sich in der Achselhöhle verlieren: mit dieser Aberrationsbildung ist eine Differenzirungsrichtung angebahnt, die sich bei den Crocodilen und den Säugethieren namentlich aber bei den Vögeln entwickelt wiederfindet.

13. Dorsalis scapulae (Deltoides scapularis s. superior) (*dsc*).

Unterer Theil des äusseren Schulterblattmuskels oder Auswärtswenders, Untergrätenmuskel: MECKEL (No. 3)[1].

Infraspinatus: PFEIFFER, STANNIUS, SANDERS.

Upper part of the Deltoid: MIVART.

Deltoideus: GÜNTHER[2], ROLLESTON.

Dorsalis scapulae (Supraspinatus, Infraspinatus u. Teres minor): RÜDINGER (Saurier mit verkümmerten Extremitäten).

Dorsalis scapulae (Infraspinatus und Teres minor): RÜDINGER (typische Saurier).

Suprascapulo-humeralis s. Infraspinatus et Supraspinatus: FÜRBRINGER.

Kräftiger, z. Th. vom M. cucullaris bedeckter Muskel auf der Aussenfläche der Scapula. Er entspringt in verschiedener Ausdehnung[3] von der Aussenfläche der Scapula und des Suprascapulare,

---

[1] Auch Theile des Deltoides (No. 1) MECKEL's entsprechen den vorderen Partien des M. dorsalis scapulae.

[2] Vielleicht sind seine tieferen Partien z. Th. identisch mit den von GÜNTHER bei Hatteria angeführten Mm. supra- and infraspinatus et teretes; die Beschreibung derselben ist zu ungenügend, um mit Bestimmtheit die Uebereinstimmung zu entscheiden.

[3] In der Regel ist der Ursprung auf die Aussenfläche des Suprascapulare (und den angrenzenden Theil der Clavicula) beschränkt und findet auch hier nur selten in der Ausdehnung bis zum oberen Rande (z. B. Ameiva), niemals in der bis zum vorderen Winkel (der von der Insertion des M. levator scapulae superficialis eingenommen ist) statt, mitunter bes. bei Autosauriern) greift auch

sowie von dem scapularen Ende der Clavicula und geht mit convergirenden Fasern, die sich z. Th. unter dem M. cleido-humeralis hinziehen, lateral an dem M. anconaeus scapularis und humeralis lateralis vorbei an die Aussenfläche des Processus lateralis humeri, wo er gemeinsam mit dem M. cleido-humeralis und gegenüber dem M. pectoralis inserirt. Er bildet in der Regel einen einheitlichen Muskel, der nur hier und da leise Andeutungen einer Trennung in 2 (Uromastix, Stellio, Phrynosoma) oder 3 Portionen (Lacerta) darbietet. Vorn ist er von den Mm. levator scapulae superficialis und cleido-humeralis, hinten von dem M. teres major (falls dieser vorhanden ist) begrenzt; die Trennung von diesen Muskeln ist meist eine vollkommene[1], nur mit dem M. cleido-humeralis existirt in seltenen und zweifelhaften Fällen ein auch auf den Ursprungstheil ausgedehnter innigerer Zusammenhang[2].

Innervirt durch einen Ast des N. dorsalis scapulae (31).

Der Muskel entspricht im Wesentlichen dem M. dorsalis scapulae der Amphibien und der P. scapulo-humeralis des M. scapulo-procoraco-plastro-humeralis der Chelonier. Eine Vergleichung mit den Mm. supraspinatus und infraspinatus, die von der Mehrzahl der früheren Anatomen befürwortet wurde, ist demnach ohne Weiteres auszuschliessen. Der M. dorsalis scapulae gehört, wie dies auch bereits von Mivart, Günther und Rolleston mit Recht betont worden ist, dem System des M. deltoides an. Ein unwesentlicher Unterschied von diesem Muskel, wie er bei den höheren Wirbelthieren ausgebildet erscheint, ist durch den Verlauf des N. dorsalis scapulae oberhalb des M. anconaeus scapularis gegeben. Eine Vergleichung mit den homologen Bildungen der Amphibien und Chelonier ergibt bezüglich des Ursprungs die Abweichung, dass einzelne vordere Fasern des M. dorsalis scapulae der kionokranen Saurier auch von dem scapularen Ende der Clavicula kommen.

der Ursprung auf die obere Grenze der Scapula herunter; sehr selten (Lophyrus) ist er in der Hauptsache auf die Scapula beschränkt, während nur unbedeutende Fasern von dem Suprascapulare kommen.

[1] Bei vielen findet der Ursprung des M. dorsalis scapulae sogar in einiger Entfernung von der Insertion des M. levator scapulae superficialis statt.

[2] M. dorsalis scapulae und M. cleido-humeralis hängen in der Regel nur an ihren Insertionstheilen zusammen; die Angabe Meckel's, der einen totalen Zusammenhang bei Iguana betont, wird nicht durch die Untersuchung Mivart's unterstützt, der ebenfalls bei Iguana eine Trennung beider Muskeln findet.

Diese Differenz ist bedingt durch das Auftreten von selbstständigen claviculären Bildungen, die den Amphibien, speciell den Urodelen, und den Cheloniern abgehen. Die Verhältnisse bei den Anuren haben nun bereits hinlänglich dargethan, dass Muskeltheile bei den Einen zu dem Procoracoid, bei den Andern zu der Clavicula in Beziehung stehen können, ohne dass man deshalb die Homologie dieser Muskeltheile zu bezweifeln das Recht hat: es ist somit dieser theilweise Ursprung des M. dorsalis scapulae der kionokranen Saurier von der Clavicula als eine Ursprungsaberration anzusehen, welche die Homologie dieses Muskels mit den gleichnamigen der Amphibien und Chelonier im Wesentlichen durchaus nicht alterirt. Die Insertion des Muskels der Saurier betreffend finden sich namentlich mit den Cheloniern nähere Beziehungen, die sich in der Beiden gemeinsamen theilweisen Kreuzung der Fasern des M. dorsalis scapulae mit denen des M. cleido-humeralis (P. procoraco-humeralis m. scapulo-procoraco-plastro-humeralis der Chelonier) aussprechen: in diesem Verhältnisse ist eine Differenzirungsrichtung angebahnt, die sich in weiterer Entwickelung bei den höher stehenden Classen wiederfindet.

14. Cleido-humeralis (Deltoides clavicularis s. inferior) (*del*) [1].

Theil des Hebers des Arms (Deltoideus): Meckel (No. 1).
Erster rotirender Muskel des Oberarms: Stannius.
Lower portion of the Deltoid: Mivart.
Deltoideus, Deltoid: Rüdinger, Rolleston, Sanders.
Claviculo-brachialis, Clavi-humeralis: Günther, Fürbringer.

Breiter und kräftiger auf der Unterseite der Brust liegender Muskel, der den M. supracoracoideus bedeckt, dessen hinterer Rand von dem vorderen des M. pectoralis überlagert ist und der lateral an den M. dorsalis scapulae angrenzt. Er entspringt von der Clavicula mit Ausnahme des lateralen Endes derselben, das Theilen des M. dorsalis scapulae zum Ursprunge dient, und geht mit convergirenden Fasern zur Aussenfläche des Processus lateralis humeri, wo er gemeinsam mit letzterem Muskel inserirt. Der Ursprung findet in ver-

[1] Pfeiffer führt (pag. 44) unter No. 2 und 3 zwei Muskeln an, die dem M. cleido-humeralis (und zum Theil auch dem M. dorsalis scapulae) entsprechen. Die von Pfeiffer betonte Identität seines Muskels No. 2 mit dem Supraspinatus Meckel's kann ich, mit Vergleichung der Abbildung, nicht bestätigen.

schiedener Weise an der Aussenfläche, Vorderseite und Innenfläche der Clavicula[1]) statt: ist der sternale Theil der Clavicula gar nicht oder nur wenig verbreitert (Liolepis, Iguana, Uromastix, Lophyrus), so kommt die Hauptmasse der Fasern zum grössten Theil von der Innenfläche und dem Vorderrande desselben, während nur ein geringerer Theil von der Aussenfläche des sternalen Endes seinen Ausgang nimmt; ist letzteres hingegen in beträchtlicherem Maasse verbreitert (Lacerta, Ameiva, Podinema, Ascalaboten, Scincoiden), so findet der Ursprung des Muskels in gleicher Weise an Innenfläche, Vorderrand und Aussenfläche der Clavicula statt; — die von der Innenfläche der Clavicula kommenden Fasern sind die kürzesten und bilden die oberflächliche Schicht des Muskels, die von der Aussenfläche entspringenden sind die längsten, sie schlagen sich um den Vorderrand der Clavicula herum und verlaufen sodann als tiefere Schicht des Muskels zu ihrem Insertionspunct. Die insertiven Fasern des M. cleido-humeralis kreuzen z. Th. die des M. dorsalis scapulae und inseriren im Wesentlichen distaler am Processus lateralis als die letzteren.

Innervirt durch einen Ast des N. dorsalis scapulae (33).

Der M. cleido-humeralis der kionokranen Saurier ist von der Mehrzahl der Anatomen mit Recht als eine dem M. deltoideus verwandte Bildung erkannt worden; dass er diesem nicht direct homolog ist, wurde von einzelnen Autoren durch Aufstellung besonderer Namen (Erster rotirender Muskel des Oberarms, Claviculo-brachialis etc. ausgedrückt. In Wirklichkeit entspricht der Muskel z. Th. den von dem N. dorsalis scapulae innervirten Portionen des M. procoraco-humeralis der Urodelen und des M. episterno-cleido-acromio-humeralis der Anuren, sowie dem M. procoraco-plastro-humeralis der Chelonier. Dass diese Homologie keine complete ist, wird schon durch die verschiedene Nomenclatur ausgedrückt: bei Urodelen entspringt der Muskel vom Procoracoid, bei Anuren ausser von der Clavicula auch vom Acromion und Episternum, bei Cheloniern vom Brustschild und dem Procoracoid, bei den kionokranen Sauriern hin-

[1]) Sanders beschreibt bei Phrynosoma coronatum auch einen Ursprung von dem Episternum. — Rüdinger führt hinsichtlich des Deltoides von Lacerta an, dass er »von dem bogenförmigen vorderen dünnen Knochen (Schlüsselbein und Acromion)« entspringe; diese Angabe beruht, wie es scheint, nur auf Unkenntniss der Knochen, indem Rüdinger in der Clavicula der kionokranen Saurier Homologe von claviculären und acromialen Elementen vermuthet.

gegen lediglich von der Clavicula[1]. Dass aber diese Differenz nicht schwer genug wiegt, eine Vergleichung überhaupt auszuschliessen, wurde bereits bei Besprechung des M. procoraco-plastro-humeralis der Chelonier (2. Theil dieser Abhandlung. Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft. Bd. 8. pag. 270) sowie des M. dorsalis scapulae der kionokranen Saurier (dieser Theil pag. 732) hervorgehoben. — Unter den Bildungen der Säugethiere zeigt der von der Clavicula entspringende Theil des M. deltoides grosse Uebereinstimmungen mit dem M. cleido-humeralis; eine complete Homologisirung Beider hingegen wird verboten durch die abweichende Art der Innervirung, indem der M. deltoides der Säugethiere durch einen unterhalb des M. anconaeus scapularis verlaufenden N. axillaris, der M. cleido-humeralis der Saurier durch einen oberhalb dieses Muskels nach vorn gehenden N. dorsalis scapulae versorgt wird.

15. Scapulo-humeralis profundus (*shpr*).

Obergrätenmuskel, Supraspinatus: MECKEL (No. 2)[2] PFEIFFER, RÜDINGER.
Zweiter rotirender Muskel des Oberarms: STANNIUS.
Infraspinatus (?): MIVART[3].
Suprascapularis: ROLLESTON.
Teres minor: SANDERS.
Acromio-humeralis s. deltoideus: FÜRBRINGER.

Kleiner aber kräftiger Muskel auf dem unteren Theile der Scapula und dem oberen des Coracoids, der von den Mm. cleido-humeralis und dorsalis scapulae bedeckt ist und unten an M. supracoracoideus, oben an den äusseren Theil des M. subscapularis angrenzt. Er entspringt von der Aussenfläche der die Fenestra coraco-scapularis verschliessenden Membran und vom Knochen in der Circumferenz derselben, bei einzelnen (z. B. Platydactylus aegyptiacus), wo ausserdem ein Scapularfenster vorhanden ist, in gleicher

---

[1] Abgesehen von Phrynosoma coronatum, wo nach SANDERS auch der Ursprung am Episternum stattfindet.

[2] MECKEL betont nur die Wahrscheinlichkeit einer Homologie mit dem Obergrätenmuskel.

[3] GÜNTHER scheint den Muskel für ein Homologon der Mm. supra-, infraspinatus und teretes zu halten; die Beschreibung ist zu kurz, um die Identität des Muskels zu erkennen.

Weise von dessen Membran und Circumferenz[1] und geht mit convergirenden Fasern lateral am M. anconaeus scapularis vorbei und dann sich zwischen den Mm. anconaei humerales lateralis und medialis einsenkend nach der Streckfläche des Humerus, wo er proximal vom M. latissimus dorsi unweit des Processus medialis humeri inserirt. In der Regel ist er ein zweifiederiger Muskel, dessen von dem Bereiche der Scapula kommende Fasern länger sind als die von dem Coracoid entspringenden. Auf seinem Verlaufe nach dem Humerus liegt er der Kapsel des Schultergelenks dicht an, wobei er vermittelst einzelner tiefer Fasern mit ihr verbunden ist, und wird meist an seinem insertiven Ende von einem Bande bedeckt, das theils mit der Gelenkkapsel und dem Humeruskopf, theils mit den Mm. anconaei scapularis und humeralis lateralis in verschiedener Weise verbunden ist.

Innervirt durch den N. scapulo-humeralis profundus (36ª).

Der M. scapulo-humeralis profundus der kionokranen Saurier ist von den Autoren in verschiedenster Weise gedeutet worden: Einige (Meckel, Pfeiffer, Mivart, Rüdinger) haben ihn zu dem M. supraspinatus oder M. infraspinatus in Beziehung gebracht. Andere (Sanders) haben ihn mit dem M. teres minor verglichen, noch Andere (Fürbringer) haben ihn als ferneres Homologon des M. deltoides aufgefasst, Andere endlich (Stannius, wahrscheinlich auch Rolleston) haben ihn als eine besondere Bildung der Reptilien beschrieben. Von diesen Deutungen ist die erste, als Homologon des M. supraspinatus oder M. infraspinatus, vornehmlich wegen der ganz verschiedenen Innervirung sofort auszuschliessen. Die anderen drei haben gewisse Wahrscheinlichkeit für sich. Bezüglich der Vergleichung mit dem M. teres minor ist zu bemerken, dass allerdings die Innervirung (durch einen unterhalb des M. anconaeus scapularis also dem N. axillaris gleichverlaufenden Nerven), sowie die Lage zu dem M. anconaeus scapularis diese Homologie sehr wahrscheinlich macht, ferner dass die Differenz der Ursprünge beider Muskeln auch keine unüberwindliche Schwierigkeit darbietet: es ist aber zu betonen, einmal, dass die Insertion des M. scapulo-humeralis profundus der kionokranen Saurier sich wesentlich von der des M. teres minor des Menschen unterscheidet, und dann,

[1] Bei ansehnlicher Entwickelung ist er auch mit dem acromialen Ende der Clavicula durch Bindegewebe verbunden; diese Verbindung darf aber nicht als Ursprung aufgefasst werden, wie dies von mir in meiner früheren Abhandlung (Knochen und Muskeln etc. pag. 19) irrthümlich geschah.

dass der M. teres minor als eine Differenzirung aus dem System des M. deltoides heraus aufzufassen ist, die in strieter Form erst innerhalb der Säugethiere vor sich geht und bei diesen besprochen werden wird. Eine gewisse Homologie des Muskels mit dem M. teres minor der Säugethiere kann also mit einigem Recht behauptet werden: doch ist diese Homologie immer nur eine incomplete. Was die Vergleichung mit dem M. deltoides anlangt, so gilt für dieselbe im Wesentlichen das bezüglich der Homologisirung mit dem M. teres minor Gesagte: Ursprung und Innervirung stützen eine Vergleichung mit dem Systeme des menschlichen M. deltoides, während die Insertion eine nicht unwesentliche Differenz ergibt. Die Annahme, dass der M. scapulo-humeralis profundus eine besondere Muskelbildung sei, verlangt eine nähere Besprechung. Hinsichtlich der Vergleichung mit den bereits beschriebenen Muskeln der Amphibien und Chelonier sind die Urodelen und Chelonier, denen ähnliche Bildungen vollkommen abgehen, auszuschliessen, während die Anuren in dem M. scapulo-humeralis profundus anterior eine Bildung darbieten, welche bezüglich des Ursprungs und der Insertion grosse Uebereinstimmung mit dem M. scapulo-humeralis der kionokranen Saurier zeigt, hinsichtlich der Innervation aber (die bei den Anuren durch einen oberhalb des M. anconaeus scapularis, bei den kionokranen Sauriern durch einen unterhalb dieses Muskels verlaufenden Nerven besorgt wird) sich von ihm unterscheidet. Doch zeigt eine genauere Vergleichung, dass dieser Unterschied kein beträchtlicher, dass er vielmehr im Wesentlichen nur ein scheinbarer ist, der durch die verschiedenartige Entwicklung des M. anconaeus scapularis der Anuren und kionokranen Saurier bedingt wird[1]). Es ist danach erlaubt, die Mm. scapulo-humeralis profundus anterior der Anuren und scapulo-humeralis profundus der kionokranen Saurier mit einander zu vergleichen. Und somit ist, da der M. scapulo-humeralis profundus anterior als eine besondere Bildung anzusprechen war (vergl. 2. Theil dieser Abhandlung. Jenaische Zeitschrift. Band VIII. pag. 219), auch eine directe Vergleichung des M. scapulo-humeralis profundus der Saurier mit den normalen menschli-

[1]) Fasst man den M. anconaeus scapularis der kionokranen Saurier als eine den Anuren abgehende Bildung auf, wofür Gründe vorliegen, und nimmt man an, dass Homologe des M. anconaeus scapularis medialis der Anuren in dem M. anconaeus coracoideus (coraco-scapularis) enthalten sind: so ist im Wesentlichen die Identität der Nn. scapulo-humeralis profundus anterior der Anuren und scapulo-humeralis profundus der kionokranen Saurier gesichert.

chen Muskelbildungen [1]) von der Hand zu weisen. Während aber der bezügliche Muskel der Anuren (als einer Classe angehörend, die durch eigenartige Differenz sich weit von den Bildungen der Säugethiere entfernt zeigt) keine näheren Beziehungen für die Vergleichung mit den menschlichen Verhältnissen darbietet, verhält es sich hiermit anders bei den Sauriern, die in einer grossen Reihe übereinstimmender Differenzirungen der Schultermuskulatur eine nähere Verwandtschaft zu den Säugethieren [2]) bekunden. Und in dieser Hinsicht repräsentirt der M. scapulo-humeralis profundus der kionokranen Saurier eine Muskeldifferenzirung, die für das Verständniss der Bildungen der höheren Wirbelthiere, und zugleich für den Nachweis des Processes der metamerischen Umbildung der Nerven und Muskeln, nicht ohne Wichtigkeit ist [3]).

16. Teres major (*tmaj*) [4]).

Grosser runder Muskel oder kleiner Rückwärtszieher: Meckel.
Teres major: Stannius, Rüdinger, Rolleston.
Scapulo-humeralis posterior s. teres major: Fürbringer.

Kleiner und schlanker Muskel im Bereiche des hinteren Theils der Scapula, der den meisten Sauriern fehlt. Er entspringt entweder von dem hinteren Abschnitte der Aussenfläche des Suprascapulare (Uromastix, Stellio [5]), Trachysaurus) oder von dem hinteren

[1]) Bezüglich einer etwaigen Vergleichung mit den von Gruber, Macalister u. A. beschriebenen Mm. deltoideus profundus, coraco-capsularis, gleno-brachialis etc. etc. verweise ich auf den Anhang des Cap. VI. dieser Abhandlung.

[2]) Selbstverständlich ist hiermit zunächst nur die Verwandtschaft bezüglich der Bildung der Schultermuskeln gemeint.

[3]) Eine weitere Ausführung dieses Gedankens dürfte zu weit führen. Hier sei nur kurz erwähnt, dass alle Verhältnisse dafür sprechen, den N. scapulo-humeralis profundus und mit ihm den von ihm innervirten Muskel als eine metamerische Neubildung in Folge der Rückwärtswanderung des Brustgürtels, aufzufassen, die nicht, — wie das sonst gewöhnlich der Fall — in den alten Bahnen der bereits vorhandenen Nerven verlaufen ist, sondern neue Bahnen eingeschlagen hat, die nur z. Th. bei den anderen höheren Abtheilungen sich wiederfinden.

[4]) Der von Pfeiffer angeführte M. teres major unterscheidet sich namentlich bezüglich des Ursprungs wesentlich von dem hier beschriebenen M. teres major und scheint dem M. subscapularis anzugehören.

[5]) So nach Rüdinger, der die Existenz eines M. teres major bei Stellio als möglich annimmt.

Rande der Scapula und des Suprascapulare Euprepes) und geht zwischen M. anconaeus scapularis und anconaeus coracoideus, dann zwischen den Mm. anconaeus humeralis medialis und lateralis an die Streckseite des Humerus, wo er in der Nähe des Processus medialis entweder für sich (Scincoiden) oder mit dem M. latissimus dorsi inserirt (Uromastix).

Innervirt durch N. teres major (29 b).

Der Mukel ist, wie übereinstimmend von allen Anatomen erkannt worden ist, ein Homologon des menschlichen M. teres major. Die Differenzen von diesem sind nur ganz specieller Natur und nicht wesentlich genug, um eine Homologie mit ihm auszuschliessen. Aehnlich wie bei den Cheloniern zeigt der M. teres major der Saurier auch gewisse Verschiedenheiten der Entwickelung bei den einzelnen Gattungen und nimmt insofern bald zu den M. latissimus dorsi (Uromastix) bald zu den M. subscapularis (Euprepes) eine nähere Beziehung ein.

17. Subcoracoscapularis (*sbcsc*).

Unterschulterblattmuskel, Subscapularis: Meckel, Pfeiffer, Stannius, Mivart, Rüdinger, Sanders.
Subscapularis und Coraco-brachialis internus: Rüdinger.
Subscapulo-humeralis s. Subscapularis: Fürbringer[1].

Breite und kräftige Muskelmasse an der Innenfläche des Coracoids und der Scapula. Der M. subcoracoscapularis entspringt von der Innenfläche des Coracoids[2], mit Ausnahme des vorderen, medialen und hinteren Randes, von der Innenfläche und dem hinteren Rande der (knöchernen) Scapula, sowie bei ansehnlicher Entwicklung auch von der Innenfläche des unteren Saumes des Suprascapulare und von der Aussenfläche der Scapula[3]. Die Fasern laufen stark convergirend nach unten und hinten über die Innenseite der Schultergelenkkapsel hinweg und inseriren mit einzelnen Fasern an letzterer, mit der Hauptmasse an dem Processus medialis humeri.

---

[1] Im Texte fehlt die Angabe eines coracoidalen Ursprungs, der auf Fig. 75 deutlich angegeben ist.

[2] Von Meckel und Pfeiffer ist der Ursprung vom Coracoid übersehen worden.

[3] Besonders bei Uromastix ist dieser äussere Ursprung sehr entwickelt.

Selten bildet der Muskel eine zusammenhängende Masse (Platydactylus); in der Regel, bei Entwicklung eines M. sternocosto-scapularis, ist er durch dessen Endsehne in zwei nur an der Insertion mit einander verwachsene Portionen getrennt[1]), deren eine (P. coracoidea) von dem Coracoid und dem angrenzenden Saume der Scapula und deren andere (P. scapularis von der Scapula und dem Suprascapulare) ihren Ursprung nimmt[2]). Die P. coracoidea stellt entweder eine ziemlich homogene Muskelschicht dar (Trachysaurus, Varanus) oder sie ist entsprechend der verschiedenen Ausbildung der Fenster im Coracoid und an der Grenze von Coracoid und Scapula) am proximalen Rande des Ursprungs in zwei Lacerta. Ameiva. Podinema) oder drei Partien resp. Zacken (Uromastix) abgetheilt. Die P. scapularis zeigt gegenüber der P. coracoidea verschiedene Grössenverhältnisse: entweder sie ist kleiner als letztere (Trachysaurus, Lacerta) oder sie ist ihr gleich stark (Uromastix, Iguana, Liolepis, Ameiva oder sie ist kräftiger Varanus). Ist sie wenig entwickelt, so bilden die von der Innenfläche und dem Hinterrande der Scapula kommenden Bündel die überwiegende Hauptmasse: zeigt sie eine bedeutendere Ausbildung, so repräsentiren auch die von der Aussenfläche der Scapula entspringenden Bündel einen wesentlichen Antheil des Muskels. Trifft die ansehnliche Entwicklung dieser P. scapularis zugleich mit der des M. serratus superficialis zusammen, derart dass untere Fasern des letzteren in derselben Höhe wie obere Fasern des ersteren mit der Scapula verbunden sind (Ameiva, Varanus, Iguana etc.), so schieben sich die bezüglichen Fasern des M. serratus superficialis zwischen äussere und innere Bündel der P. scapularis m. subcoracoscapularis ein[3]) und bedingen somit z. Th. die erste Andeutung einer Sonderung in eine P. scapularis interna und externa[4]).

Innervirt durch N. subcoracoscapularis (29).

Der M. subcoracoscapularis der kionokranen Saurier steht zu

---

[1]) Meckel beschreibt eine Theilung des M. subscapularis durch »einen kleinen Bauch des Vorderarmbeugers«, die mir unverständlich ist.

[2]) Diese Trennung in eine P. coracoidea und scapularis hat Rüdinger Veranlassung gegeben, erstere entweder als Theil des M. subscapularis oder als besonderen M. coraco-humeralis internus aufzufassen.

[3]) Dieses Verhältniss der Mm. serratus superficialis und subscapularis wurde zuerst von Mivart und Rüdinger hervorgehoben.

[4]) Letztere scheint dem M. scapulo-humeralis Rolleston's identisch zu sein.

dem M. subscapularis der Säugethiere in nächster Beziehung; und zwar können die von der Innenfläche der Scapula und des Suprascapulare ausgehenden Fasern zu diesem Muskel in directe Homologie gebracht werden. Bezüglich der von dem Coracoid und der von der Aussenfläche der Scapula entspringenden Partien hingegen ist eine speciellere Homologie mit menschlichen resp. Säugethier- Bildungen auszuschliessen: erstere (P. coracoidea sind dem M. subcoracoideus einzelner Urodelen Siredon, Salamandra zu vergleichen und haben ausserdem nur noch bei den Chamäleoniden und Vögeln direct homologe Bildungen: letztere P. scapularis externa) stellen einen Fasercomplex dar, der den äusseren aber noch nicht gesonderten Fasern des M. subscapularis der Chelonier vergleichbar ist, und der sich sonst nur noch bei den Vögeln, und zwar in einer viel weiter gehenden Differenzirung als bei den kionokranen Sauriern, wiederfindet[1]).

18. Anconaeus (*a*).

a. Caput scapulare m. anconaei:

Erster langer Kopf des Vorderarmstreckers: Meckel.
Langer Kopf des M. triceps: Pfeiffer.
Erster Kopf des M. anconaeus longus: Stannius.
First part or external long head of the Triceps: Mivart.
Theil der Superficial portion of the Triceps: Günther.
Grössere breitere Schulterportion des Caput longum tricipitis: Rüdinger.
Scapular section or long head of the Triceps: Sanders (Platydactylus).
Erster Kopf des M. scapulo-coraco-humero-ulnaris s. Triceps: Fürbringer.
Middle or long head of the Triceps (excl. der mit den Mm. intercostales zusammenhängenden Sehne): Sanders (Liolepis).
Long head of the Triceps: Sanders (Phrynosoma).

---

[1]) Die Möglichkeit einer Homologie der äusseren Fasern des M. subcoracoscapularis der Saurier mit dem menschlichen M. teres major, wie Sanders annimmt, ist allerdings a priori nicht auszuschliessen, doch fehlen genügende Beweise für diese Annahme, die allzuwenig Rücksicht auf die Verschiedenartigkeit der Insertionen beider Muskeln nimmt.

b. Caput coracoideum m. anconaei[1]).

Zweiter langer Kopf des Vorderarmstreckers: Meckel.
Zweiter Kopf des M. anconaeus longus: Stannius.
Second part or internal long head of the Triceps: Mivart.
Theil der Superficial portion of the Triceps: Günther.
Dünne sehnige Portion des Caput longum tricipitis: Rüdinger.
Zweiter Kopf des M. scapulo-coraco-humero-ulnaris s. Triceps: Fürbringer.
Theil des Middle or long head of the Triceps: Sanders (Liolepis)[2]).
Theil des Inner head of the Triceps: Sanders (Phrynosoma)[3]).

c. Caput humerale laterale m. anconaei:

(Aeusserer) kurzer Kopf des Vorderarmstreckers. Meckel.
Erster Kopf des Oberarmtheils des Vorderarmstreckers: Stannius.
Third part or external humeral head of the Triceps: Mivart.
Theil der Inner portion of the Triceps: Günther.
Theil des dritten Kopfes des M. scapulo-coraco-humero-ulnaris: Fürbringer.
Outer head of the Triceps: Sanders.

d. Caput humerale mediale m. anconaei:

(Innerer) kurzer Kopf des Vorderarmstreckers: Meckel.
Zweiter Kopf des Oberarmtheils des Vorderarmstreckers: Stannius.
Last part or internal humeral head of the Triceps: Mivart.
Theil der Inner portion of the Triceps: Günther.
Theil des dritten Kopfes des M. scapulo-coraco-humero-ulnaris: Fürbringer.

---

[1]) Von Pfeiffer bei Salvator Merianae (Tejus monitor), Lacerta agilis und Scincus multifasciatus, ebenso wie von Sanders bei Platydactylus nicht angeführt.

[2]) Sanders (Liolepis pag. 166): »From the middle of the inner edge of this (long) head arises a tendon which is attached to the tendinous anterior border of the intercostales«.

[3]) Sanders (Phrynosoma pag. 78): »About the junction of the distal with the middle third it joins the other portion, which arises by a narrow tendon from a ligamentous band, which goes from the external angle of the sternum to the inner surface of the scapula etc.«

Inner head of the Triceps: Sanders (Platydactylus, Liolepis).

Theil des Inner head of the Triceps: Sanders (Phrynosoma).

Sehr kräftige Muskelmasse an der Streckseite des Oberarms, die mit vier Köpfen entspringt, von denen zwei, Caput scapulare und coracoideum, von dem Brustgürtel, und zwei, Caput humerale laterale und mediale, von dem Humerus ihren Ausgang nehmen.

a) Caput scapulare m. anconaei s. M. anconaeus scapularis lateralis (*asl*). Sehr kräftiger Kopf, der sehnig (mitunter auch z. Th. fleischig, namentlich im oberen Bereich der Sehne) von dem hinteren Rande der Scapula, gleich oberhalb des Schultergelenks und zwischen den Mm. scapulo-humeralis profundus und subscapularis, sowie von der Kapsel des Schultergelenks entspringt. Der Ursprung geschieht entweder mittelst einer breiten von den genannten Stellen kommenden Sehne oder mittelst zweier Zipfel[1]), von denen der obere mit dem hinteren Schulterblattrand, der untere mit der Gelenkkapsel zusammenhängt. Die Ursprungssehne geht in einen kräftigen Muskelbauch über, der zwischen M. dorsalis scapulae und M. latissimus dorsi (incl. teres major) verläuft, wobei der dem M. latissimus dorsi zugekehrte Rand sehnig ist, und distal von letzterem Muskel früher (meiste Saurier) oder später (Phrynosoma) sich einerseits mit dem Caput coracoideum andererseits mit dem Caput humerale laterale vereinigt. Sehr häufig wird schon vorher durch eine das Ende des M. scapulo-humeralis profundus überbrückende Sehne der Zusammenhang mit dem Kopfe des Humerus oder mit dem Anfange des Caput humerale laterale m. anconaei vermittelt[2]).

b) Caput coracoideum m. anconaei s. M. anconaeus coracoideus (*ac*)[3]). Er wird durch eine schlanke Sehne repräsen-

---

[1]) Dieser zweizipfelige Ursprung ist bereits von Mivart bei Iguana beschrieben und mit dem Ursprunge des M. rectus femoris in Analogie gebracht worden.

[2]) So auch von Sanders namentlich angegeben. Rüdinger spricht auch von einem Ursprung des Muskels von dem Tuberculum laterale, eine Angabe, die an diese Sehnenbildung erinnert, aber keine vollkommene Uebereinstimmung mit ihr enthält.

[3]) Von mir früher (Knochen und Muskeln etc.) bei Seps, von Sanders bei Platydactylus übersehen. Eine erneute genaue Untersuchung ergab seine Existenz bei Seps tridactylus, Platydactylus aegyptiacus und guttatus.

tirt, die von dem hinteren Rande der Innenfläche des Coracoids sowie in der Regel durch Vermittelung von kräftigen Bändern von dem Ligamentum sterno-scapulare internum (s. oben pag. 712) und mitunter auch von der Innenfläche der lateralen Sternalecke (von der das Ligamentum sterno-scapulare internum ausgeht) entspringt. Der Ursprung vom Coracoid kommt allen untersuchten kionokranen Sauriern zu, der von dem Ligamentum sterno-scapulare internum hingegen kann fehlen wie dieses Band selbst und der mit ihm zusammenhängende M. sternocostoscapularis (Platydactylus). Hier bei Platydactylus wird das Caput coracoideum durch eine äusserst dünne Sehne repräsentirt, die nur von dem hintern Winkel des Coracoids neben dem Ursprunge des M. coraco-brachialis longus ausgeht. Bei allen anderen genauer untersuchten Sauriern[1] ist die von dem Coracoid entspringende, meist ziemlich kräftige, Sehne mit dem Ligamentum sterno-scapulare internum entweder durch ziemlich schlaffe aber feste bindegewebige Querfasern verbunden (Autosaurier, Scincoiden) oder diese Verbindung geschieht durch kräftige und straffe Fasern, die sich wie ein zweiter Ursprungszipfel des M. anconaeus coracoideus verhalten (Iguana, Stellio, Uromastix, Phrynosoma etc.[2]); mitunter ist die Verbindung sehr breit und vermittelt dann auch mit dem Sternum den Zusammenhang (Iguana, Phrynosoma[3]). Die Sehne verläuft zwischen N. brachialis longus superior und inferior und medialwärts von den Mm. subscapularis und latissimus dorsi, wobei sie mitunter (Varanus, Iguana, Phrynosoma, ein Exemplar von Uromastix) ein sehniges Fascikel

[1] Die Angaben über Hatteria sind bezüglich dieses Punctes nicht genau genug, um über die Existenz oder Nichtexistenz einer Verbindung mit dem Ligamentum sterno-scapulare internum zu entscheiden.

[2] Rüdinger hält irrthümlich das Ligamentum sterno-scapulare internum selbst für einen Ursprungszipfel des M. anconaeus coracoideus und lässt diesen sonach z. Th. zwischen P. scapularis und coracoidea m. subcoracoscapularis von der Innenfläche der Scapula entspringen. Die Vergleichung mit den Bildungen bei andern Sauriern ergibt diese Verbindung als eine secundäre und mittelbare.

[3] Sanders beschreibt bei Liolepis einen Zusammenhang des Caput coracoideum lediglich mit sehnigen Partien der Mm. intercostales, während er eines Ursprungs von dem Coracoid keine Erwähnung thut. Dieses Verhalten ist zu auffallend und von der Bildung der nächstverwandten Saurier zu abweichend, um wahrscheinlich zu sein; vielleicht geschah die Untersuchung an einem verletzten Exemplare

von letzterem Muskel erhält, und verbindet sich distal von ihm mit dem Caput scapulare.

c. Caput humerale laterale m. anconaei s. M. anconaeus humeralis lateralis (*ahl*). Mittelstarker Kopf, der von dem lateralen Theile der Streckfläche des Humerus mit Ausnahme des proximalen und distalen Endes entspringt [1]) und sich in der Mitte des Oberarms oder vorher mit dem Caput humerale mediale verbindet. Er liegt medial vom M. cleido-humeralis und M. dorsalis scapulae und lateral vom M. scapulo-humeralis profundus, welcher letztere ihn im proximalen Abschnitte des Oberarms von dem Caput humerale mediale abgrenzt. Mitunter (Platydactylus z. B.) kann eine Ursprungszacke auch medial von dem M. scapulo-humeralis profundus liegen [2]).

d. Caput humerale mediale m. anconaei s. M. anconaeus humeralis medialis (*ahm*). Ziemlich schwacher Kopf, der von dem medialen Abschnitt der Streckfläche des Humerus distal vom Processus medialis bis nahezu herab zum Condylus ulnaris entspringt und sich am Ende der proximalen Hälfte des Oberarms seltener (z. B. bei Phrynosoma) erst im Bereiche der distalen mit dem Caput humerale laterale verbindet. Er wird durch den M. scapulo-humeralis profundus von dem proximalen Theile des Caput humerale laterale getrennt und liegt zwischen ersterem Muskel und dem M. coraco-brachialis longus.

Nach ihrer Vereinigung, die meist in der Mitte des Oberarms erfolgt ist, bilden alle vier Köpfe einen sehr kräftigen Muskelbauch [3]), der mit einzelnen spärlichen tiefen Fasern an der Kapsel des Ellenbogengelenks inserirt (M. subanconaeus), mit der Hauptmasse aber in eine sehr starke Sehne übergeht, welche ein Sesambein (Patella ulnaris) einschliesst und am proximalen Ende der Ulna (Olecranon) endet.

Innervirt durch N. anconaeus (36) und Rr. musculares des N. brachialis longus superior (40).

Der M. anconaeus ist im Allgemeinen dem gleichnamigen Muskel der Amphibien und Chelonier zu vergleichen, unterscheidet sich

---

[1]) Irrthümlich ist von mir früher (Knochen und Muskeln etc.) ein Ursprung vom Caput humeri angegeben worden.

[2]) Sanders unterscheidet danach bei Platydactylus japonicus zwei Köpfe des M. anconaeus humeralis lateralis (outer head of the Triceps).

[3]) Günther beschreibt bei Hatteria eine Verbindung mit M. brachialis internus in der Nähe des Olecranon.

aber im Speciellen wesentlich von den Bildungen dieser. Diese Differenz liegt sowohl in der etwas abweichenden Differenzirung der von dem Humerus entspringenden Portion (Caput humerale laterale und mediale), als namentlich in der Verschiedenheit der Ausbildung der von dem Brustgürtel kommenden Köpfe (Caput scapulare laterale und coracoideum). Bezüglich des Caput scapulare laterale ist eine directe Vergleichung mit dem Caput scapulare mediale der Amphibien wegen der ganz verschiedenen Lage zu dem M. latissimus dorsi (Urodelen und Anuren) und N. brachialis longus superior (Anuren) ohne Weiteres auszuschliessen[1]), während dieselbe bei dem Caput scapulare laterale der Chelonier vollkommen zulässig ist; eine geringere Differenz ist gegeben in der Verbindung des C. scapulare laterale der Saurier mit dem Kopf des Humerus oder dem Anfange des Caput humerale laterale, eine besondere Uebereinstimmung in dem Verhalten des Muskels der Kapsel des Schultergelenks. Ein Homologon des Caput coracoideum der kionokranen Saurier kommt den Urodelen zu, fehlt hingegen den Anuren und der Mehrzahl der Chelonier[2]. Eine complete Vergleichung mit der entsprechenden Bildung der Urodelen ist indessen durch die abweichende Structur und durch die Verbindung mit dem M. latissimus dorsi erschwert. Erstere Beziehung anlangend, ist es erlaubt, das Caput coracoideum der kionokranen Saurier (das bei diesen im Gegensatze zu den Urodelen, wo es muskulös ist, lediglich aus Sehnengewebe besteht) als eine Rückbildung aufzufassen, die zugleich durch die Verbindung mit dem Ligamentum sterno-scapulare internum bei der Mehrzahl der Saurier eine besondere Differenzirung eingegangen ist; bezüglich der letzteren Beziehung ist eine grosse Aehnlichkeit mit dem gleichen Verhalten des Caput scapulare mediale der Urodelen zu erkennen, die wahrscheinlich macht, dass das Caput coracoideum der Saurier ursprünglich auch dem C. scapulare mediale der Urodelen homologe Elemente in sich enthalten hat, Elemente, die aber

[1]) Das Nähere über die gegenseitige Vergleichung der Mm. anconaei scapulares medialis und lateralis s. 1. Theil Jenaische Zeitschrift Band VII. pag. 278 und 314 und 2. Theil dieser Abhandlung Jenaische Zeitschrift Band VIII. pag. 275).

[2]) Hinsichtlich der Chelonier ist das bei Trionyx von dem M. anconaeus scapularis abgehende und an der Halsfascie aberrirende Fascikel von Wichtigkeit: es ist wahrscheinlich ein einseitig differenzirtes und zugleich reducirtes Homologon des Caput coracoideum des M. anconaeus der Urodelen.

ebenso wie die rein coracoidalen als Muskelbildungen vollkommen reducirt worden sind und ihre ursprüngliche Existenz nur noch in der Verbindung mit dem M. latissimus dorsi verrathen. Hinsichtlich des Caput humerale laterale und mediale der kionokranen Saurier ist die Uebereinstimmung mit den gleichnamigen Bildungen der Amphibien und Chelonier eine weit grössere; hingegen spricht sich eine bemerkenswerthe Abweichung von den Ersteren aus in der Lage zu dem M. latissimus dorsi, der bei den Amphibien vorwiegend lateral von dem M. anconaeus, bei den kionokranen Sauriern mehr im medialen Bereiche desselben verläuft. Diese Abweichung gibt Veranlassung, nur das Caput humerale mediale der kionokranen Saurier (und Chelonier) zu dem M. anconaeus humeralis der Amphibien in nähere Beziehung zu bringen, das Caput humerale laterale hingegen zum grössten Theile als eine Neubildung aufzufassen, welche den Amphibien abgeht und sich als eine nur den 3 höheren Wirbelthier-Classen zukommende Differenzirung erweist. Die Ausbildung eines Sesambeins in der Endsehne des Muskels ist von geringer Bedeutung; eine Patella ulnaris findet sich übrigens bereits bei den Batrachiern.

Eine Vergleichung mit dem M. anconaeus des Menschen ergibt in den wesentlichsten Puncten eine gewisse Uebereinstimmung der Bildungen beider; ein Homologon des Caput coracoideum hingegen fehlt dem Menschen als normale Bildung und zeigt sich nur sehr selten als Varietät ausgebildet[1].

B. Chamaeleonida[2].

Die Muskeln der Schulter und des Oberarms der Chamäleoniden sind nicht so hoch differenzirt wie die der kionokranen Saurier. Diese geringere Entwickelung steht namentlich mit der einfacheren

---

[1] Auf diese Verhältnisse (speciell auf die von Gruber beschriebenen accessorischen Köpfe, die vom Processus coracoideus entspringen) wird später (Cap. VII.) eingegangen werden.

[2] Die Muskeln der Amphisbänoiden sind nur in ihren verkümmertesten Formen bekannt und darum von keiner wesentlichen Bedeutung für die Vergleichung. Ich verweise deshalb statt alles Andern nur auf die Angaben Rathke's (Ueber den Bau und die Entwicklung des Brustbeins der Saurier etc. pag. 3) und meine früheren Angaben (Knochen und Muskeln etc. pag. 75). — Eine Untersuchung von Chirotes ist wünschenswerth.

Ausbildung des Brustgürtels im Zusammenhang, kommt aber auch der Mehrzahl der Muskeln zu, deren Differenzirung zu der des Brustgürtels nicht in directer Correlation steht. Die von N. vago-accessorius und Nn. thoracici anteriores versorgten Mm. sterno-mastoideus und cucullaris bieten einen (bereits bei einzelnen kionokranen Sauriern eingeleiteten) Reductionszustand dar, der sich in der vollkommenen Trennung und Entfernung beider Muskeln, sowie in einer beträchtlichen Verkümmerung ihrer Elemente ausspricht. Die von den Nn. thoracici superiores versorgte Muskelgruppe (Levatores scapulae und Serrati) lässt zwar die schichtenweise Anordnung erkennen, welche die kionokranen Saurier darbieten, sie ist aber viel geringer entwickelt als bei diesen: ebenso repräsentirt der von dem N. thoracicus inferior innervirte M. sterno-coracoideus internus eine viel einfachere Bildung als der Mehrzahl der Saurier zukommt. Die vom Rumpfe zu dem Humerus gehenden Muskeln (Pectoralis und Latissimus dorsi) existiren als relativ schwache Muskeln, unterscheiden sich aber von denen der meisten kionokranen Saurier durch Selbstständigkeit des Ursprungs; doch entspringt diese Selbstständigkeit kaum aus einer höheren Differenzirung, sondern viel eher aus einer Verkümmerung oberflächlicher Fasern, die den Zusammenhang mit der Rumpfmuskulatur vermittelten. Die von dem Brustgürtel kommenden Muskeln bieten im Allgemeinen entsprechend dem Mangel von secundären Skelettheilen eine geringere Ausbildung als die der kionokranen Saurier dar; mannigfache Beziehungen namentlich die eigenthümliche Differenzirung der Mm. deltoidei machen wahrscheinlich, dass früher den Chamäleoniden in dieser Hinsicht eine höhere Entwicklung zukam (die wohl mit der Ausbildung clavicularer Theile in Zusammenhang stand). Ausser dieser Reduction, die sich auch unabhängig von der Existenz oder Nichtexistenz secundärer Knochentheile an den Mm. subscapularis, anconaeus etc. findet, zeigen aber die vom Brustgürtel zur Extremität gehenden Muskeln noch eine eigenartige Weiterdifferenzirung, die sich namentlich in einer ansehnlichen Entwicklung der Mm. coraco-brachiales nach vorn und des M. supracoracoideus dorsalwärts ausspricht. Mit dieser Weiterdifferenzirung ist eine Entwicklungsrichtung angebahnt, die sich, natürlich in ganz unabhängiger Weise, auch bei anderen höheren Formen bes Crocodilen und Säugethieren, wiederfindet.

Die Muskeln der Chameleoniden lassen sich in folgender Weise eintheilen:

A. Durch N. vago-accessorius und Nn. thoracici anteriores innervirt.

Ursprung vom Kopfe und Rücken.

a) Insertion am Brustbein, Innervation durch R. muscularis externus n. vago-accessorii und N. thoracicus anterior:

Capiti-sternalis (*Sterno-mastoideus*).

b) Insertion an der Scapula, Innervation durch N. thoracicus anterior:

Dorso-scapularis (*Cucullaris*).

B. Durch Nn. thoracici superiores innervirt.

Ursprung von Rippen (resp. Processus transversi), Insertion am dorsalen Abschnitte des Brustgürtels (Scapula).

a) Insertion am Vorder- und Hinterrande der Scapula:

α. Ursprung vom Hals (Processus transversus I.) resp. Kopf, Insertion vorwiegend am Vorderrande der Scapula:

Collo (*capiti*)*-scapularis superficialis* (*Levator scapulae superficialis*).

β. Ursprung vorwiegend vom Thorax (letzte Hals- und erste Brustrippen), Insertion vorwiegend am Hinterrande der Scapula.

Thoraci-scapularis superficialis (*Serratus superficialis*).

b) Insertion an der Innenfläche des oberen Theiles der Scapula (Suprascapulare):

Collo-thoraci-suprascapularis profundus (*Serratus profundus*).

C. Durch Nn. thoracici inferiores innervirt.

Ursprung vom Sternum, Insertion an der Innenfläche des Coracoids:

Sterno-coracoideus internus.

D. Durch Nn. brachiales inferiores innervirt.

a) Ursprung vom Rumpfe (Sternum und Rippen), Insertion am Oberarm:

Pectoralis.

b) Ursprung vom Brustgürtel, Insertion am Oberarm:

α. Innervation durch N. supracoracoideus (supracoracoscapularis).

aa) Ursprung von dem Coracoid:

Supracoracoideus.

bb) Ursprung von der Scapula:

Suprascapularis.

β. Innervation durch Aeste des N. brachialis longus inferior (Nn. coraco-brachiales und coraco-antebrachialis).

aa) Insertion am Oberarm:

Coraco-brachiales.

bb) Insertion am Vorderarm (Radius und Ulna):

Coraco-antebrachialis.

c. Ursprung vom Oberarm, Insertion am Vorderarm (Radius und Ulna):

Humero-antebrachialis inferior (*Brachialis inferior*).

E. Durch Nn. brachiales superiores innervirt.

a) Ursprung vom Rumpfe (obere Dornen und Rippen), Insertion am Humerus:

Dorso-humeralis (*Latissimus dorsi*).

b) Ursprung von der Aussenfläche (resp. dem hinteren Rande) des Brustgürtels (und Brustbeins), Insertion am Humerus.

α. Insertion am Processus lateralis humeri.

aa) Ursprung von dem dorsalen Abschnitte des Brustgürtels (Scapula).

Dorsalis scapulae (*Deltoides scapularis s. superior*).

bb) Ursprung von dem ventralen Abschnitte des Brustgürtels (Coracoid) und dem Brustbein:

Coraco-humeralis anterior und Sterno-humeralis anterior (*Deltoides coraco-sternalis s. inferior*).

β. Insertion an der Streckfläche distal zwischen Processus late-

ralis und medialis humeri., Verlauf lateral vom Caput scapulare m. anconaei:

Scapulo-humeralis profundus.

c) Ursprung von der Innenfläche des Brustgürtels (Scapula und Coracoid), Insertion am Humerus (Processus medialis humeri):

Subcoracoscapularis.

d. Ursprung vom Brustgürtel (Scapula) und Humerus, Insertion am Vorderarm (Ulna):

Anconaeus.

---

1. Capiti-sternalis (Sterno-mastoideus).

Kopfnicker (Sterno-mastoideus): Meckel.
Sternocleidomastoideus: Rüdinger.
Sterno-mastoid: Mivart.

Kleiner und schmaler Muskel, der vom unteren Ende des Os squamosum und an der Grenze des Os quadratum entspringt und, den unter ihm liegenden sehr schmalen M. omo-hyoideus kreuzend, nach unten und hinten zum Sternum verläuft, wo er an dem vorderen seitlichen Rande, der das Coracoid aufnimmt, sich anheftet. Eine Insertion an der Fascia pectoralis oder am Coracoid fehlt[1].

Innervirt durch R. muscularis externus n. vago-accessorii und durch N. thoracicus anterior III. (3^a).

Der Muskel ist im Wesentlichen ein Homologon des M. capiti-cleido-episternalis der kionokranen Saurier, unterscheidet sich aber von ihm durch die Insertion. Diese Differenz geht Hand in Hand mit der sehr verschiedenartigen Ausbildung des Brustgürtels und Brustbeins der Chamäleoniden und kionokranen Saurier, die bei den ersteren aller secundären Knochentheile ermangeln. Insofern als der M. sterno-mastoideus der Chamaeleoniden ausser aller Beziehung zu dem M. cucullaris steht, ist er als eine Rückbildung zu erklären, die mit dem Verhalten bei Lophyrus grosse Aehnlichkeit hat. Dass er bei den Chamaeleoniden nur am Brustbein inserirt und gar keine

---

[1] Meckel und Rüdinger geben eine Verbindung mit dem Coracoid (Schlüsselbein nach Meckel und Rüdinger) an.

Beziehung zu oberflächlicheren Theilen zeigt [1]), repräsentirt einen ursprünglicheren Zustand, als ihn z. Th. die kionokranen Saurier darbieten: die Neigung des Muskels derselben, an der Brustfascie zu enden, gibt eine besondere Differenzirungsrichtung an, die sich auf die Crocodile und namentlich die Vögel fortsetzt, aber den anderen Wirbelthieren normaler Weise fehlt [2]).

2. Dorso-scapularis (Cucullaris).

Dreieckiger oder ungleichseitig viereckiger Muskel (Trapezius, Cucullaris): Meckel.
Cucullaris: Pfeiffer, Rüdinger.
Trapezius: Mivart.

Sehr kleiner und dünner Muskel, der in verschiedener Weise [3]) in der Höhe der letzten Hals- und der ersten Brustwirbel aponeurotisch von der Rückenkante entspringt, wobei er namentlich im hinteren Theile mit den darunter liegenden Theilen verwachsen ist, und mit etwas convergirenden Fasern nach vorn und unten an die Scapula geht, wo er in der Nähe des vorderen Randes im Bereiche des oberen Drittels (Suprascapulare) inserirt [4]). Am Ursprunge deckt sein hinterer Theil den vorderen des M. latissimus dorsi [5]); an der Insertion liegt er mit seinem vorderen Rande dem oberen Abschnitte des M. levator scapulae superficialis gerade gegenüber und wird hinten und unten von dem M. dorsalis scapulae begrenzt.

Innervirt durch N. thoracicus anterior III. (3[a]).

Der M. cucullaris der Chamäleoniden entspricht, wie auch von den früheren Autoren richtig erkannt worden ist, dem hinteren Theile

---

[1]) In Ermangelung secundärer Knochentheile des Brustgürtels wäre hier an die Brustfascie zu denken.

[2]) Ausgenommen sind die unter dem Namen M. sternalis brutorum etc. bekannten Varietäten.

[3]) Bei Chamaeleo vulgaris entspringt er von dem 1. und 2. (Pfeiffer und vielleicht Meckel) oder dem 2. und 3. Brustwirbel (7. und 8. Wirbel, eig. Untersuchung), bei Chamaeleo dilepis von den 2 vorderen Brustwirbeln, bei Chamaeleo Parsonii von dem letzten Halswirbel und den 2 ersten Brustwirbeln (5. bis 7. Wirbel). — Rüdinger lässt ihn bei Chamaeleo vulgaris von 4 Dornfortsätzen entspringen.

[4]) Meckel gibt eine Insertion am oberen (sehr schmalen) Rande des oberen Schulterblattes an!

[5]) Pfeiffer lässt irrthümlich den M. cucullaris vom Ursprung des M. latissimus dorsi bedeckt sein.

des gleichnamigen Muskels der kionokranen Saurier, und zwar zeigt er die grösste Uebereinstimmung mit den verkümmertesten Formen desselben (z. B. bei Lophyrus), wenn er auch nicht den Reductionsgrad wie bei Phrynosoma erreicht. Da der ihn innervirende N. thoracicus anterior einer anderen Metamere angehört, als der entsprechende Nerv der kionokranen Saurier, so ist selbstverständlich zwischen beiden nur eine Parhomologie zu statuiren.

3. Collo (capiti)-scapularis superficialis (Levator scapulae superficialis).

Heber des Schulterblatts, Levator scapulae: Meckel, Pfeiffer.
Levator anguli scapulae: Rüdinger.
Levator claviculae: Mivart.

Sehr ansehnlicher, in der Regel ziemlich deutlich in einen kleineren oberen und einen grösseren unteren Theil getrennter Muskel, der, wie es scheint[1]), in sehr wechselnder Weise von den Processus transversi der vordersten Halswirbel und von dem Hinterhaupt entspringen kann und mit stark divergirenden Fasern in eine breite Muskelschichte übergeht, die am ganzen vorderen Rande der Scapula und dem angrenzenden Saume der Aussenfläche desselben inserirt. Er ist im hinteren Bereiche seines Verlaufs durch den sehr schmalen M. omo-hyoideus von dem M. sterno-mastoideus getrennt und liegt an der Insertion mit seinem oberen Abschnitte dem M. cucullaris, mit seinem unteren dem M. suprascapularis gegenüber.

Innervirt durch N. thoracicus superior III. (4).

Der M. levator scapulae superficialis der Chamaeleoniden ist im Allgemeinen dem gleichnamigen Muskel der kionokranen Saurier homolog (parhomolog)[2]). Die theilweise Differenz der Insertion er-

[1]) Meckel und Pfeiffer beschreiben als Ursprungsstelle die Processus transversi der beiden ersten Halswirbel, Rüdinger den Processus transversus II., Mivart das Occipitale basilare; ich fand den Ursprung von dem Querfortsatz des ersten Halswirbels.

[2]) Im Folgenden lasse ich, wie ich das bereits oben (pag. 686) betont (um eine zu complicirte Darstellung zu vermeiden), die Bezeichnungen »Parhomologie« und »imitatorische Homodynamie« fort und gebrauche dafür schlechtweg die Bezeichnung »Homologie«. Eine Berücksichtigung der Zahlen der innervirenden Nerven

klärt sich durch den Mangel secundärer Knochentheile des Brustgürtels (Clavicula) bei den Chamaeleoniden: die Abweichungen des Ursprungs sind von keinem Gewichte, da selbst innerhalb der Gattung Chamaeleo bezüglich desselben grosse Schwankungen existiren.

4. Thoraci-scapularis superficialis (Serratus superficialis).

Innerer grösserer Rückwärtszieher oder vorderer grosser gezahnter Muskel: MECKEL.
Serratus anticus major: PFEIFFER.
Pars posterior m. serrati antici majoris: RÜDINGER.
Large portion of the Serratus: MIVART.

Breiter Muskel an der Seite der Thoraxwandung, der grösstentheils vom M. latissimus dorsi gedeckt ist. Er entspringt meist von den unteren Enden der beiden letzten Halsrippen, sowie von dem Winkel der ersten Brustrippe (Chamaeleo vulgaris[1], senegalensis, Parsonii, dilepis), seltener ausserdem noch von dem Winkel der zweiten Brustrippe (Chamaeleo vulgaris[2]). Die Ursprünge bilden drei deutliche Zacken, die in eine homogene Muskelausbreitung übergehen[3], welche an dem hinteren Rande der Scapula (incl. Suprascapulare mit Ausnahme des unteren Endes[4]), sowie dem angrenzenden Saume der Innenfläche inserirt. Von dem M. obliquus abdominis externus ist der Muskel am Ursprunge deutlich getrennt.

Innervirt durch N. thoracicus superior (IV. + V.) (7 + 9).

Der M. serratus superficialis der Chamaeleoniden ist im Wesentlichen dem gleichnamigen Muskel der kionokranen Saurier homolog.

---

wird jeden Leser vollkommen aufklären, ob im speciellen Falle eine wirkliche Homologie oder eine Parhomologie vorliegt.

[1]) Nach PFEIFFER.

[2]) Nach der eigenen Untersuchung. — Die Autoren geben überall einen Ursprung von den drei ersten Rippen an; von diesen stehen aber die beiden ersten in keiner Verbindung mit dem Sternum und werden deshalb hier als letzte Halsrippen von der dritten unterschieden, welche als erste mit dem Sternum verbundene Rippe, als 1. Sternalrippe, aufgefasst wird.

[3]) MECKEL unterscheidet einen hinteren und vorderen Theil, in den der Serratus zerfallen sein soll.

[4]) RÜDINGER gibt eine Insertion am ganzen hinteren Rande der Scapula an.

5. Collo-thoraci-suprascapularis profundus (Serratus profundus).

Rautenmuskel oder vorderer Theil des grossen vorderen Sägemuskels: Meckel.
Rhomboidei: Pfeiffer.
Pars anterior m. serrati antici majoris: Rüdinger.
Smaller portions of the Serratus: Mivart.

Drei kleine getrennte Muskelbündel, die von der Scapula bedeckt sind und von den beiden letzten Halsrippen schräg nach oben[1] nach der Innenfläche des Suprascapulare verlaufen. Sie lassen sich, wie bei den kionokranen Sauriern, in eine oberflächliche und eine tiefe Schichte sondern.

Die oberflächliche Schichte besteht aus den beiden schmalen Muskelbündeln, welche oberhalb des M. serratus von den beiden letzten Halsrippen (Rippen des 4. und 5. Wirbels) entspringen, das vordere etwas weiter unten als das hintere, und an der Innenfläche des Suprascapulare nahe dem oberen Rande inseriren.

Die tiefe Schichte wird gebildet aus dem dritten etwas breiteren Muskelbündel, das in einiger Entfernung von dem vorderen der oberflächlichen Schichte von dem oberen Theile der vorletzten Halsrippe seinen Ursprung nimmt und nach dem oberen Rande der Innenfläche des Suprascapulare verläuft.

Innervirt durch N. thoracicus superior (IV. + V.) (7 + 9).

Der M. serratus profundus der Chamäleoniden unterscheidet sich von dem ihm entsprechenden Muskel der kionokranen Saurier einmal durch seine verhältnissmässig sehr schwache Entwicklung, dann durch den hohen Ursprung seiner tieferen Partie. Durch letztere Beziehung ist eine gewisse Neigung zur Bildung eines M. rhomboideus angedeutet, eine Neigung, die indessen so geringgradig entwickelt ist, dass es keinesfalls angeht, den M. serratus profundus als Rhomboideus (wie Meckel und Pfeiffer thun) zu deuten.

---

[1] Meckel beschreibt einen Verlauf des Muskels von dem Ursprunge (von den Rippen) aus nach unten und hinten zur Insertion (oberer Theil der Scapula), eine Angabe, die gewiss auf einem Irrthum beruht.

6. Sterno-coracoideus internus.

Kleinerer mehr länglicher Rückwärtszieher oder kleiner gezahnter Muskel oder kleiner Brustmuskel: MECKEL (?)[1].
Pectoralis minor: RÜDINGER[2].
Sterno-coracoid: MIVART[3].

Ziemlich kleiner Muskel an der Innenseite des Brustbeins und Coracoids, der von der inneren Fläche des Sternums muskulös entspringt, innen von dem Caput coracoideum m. subcoracoscapularis nach vorn geht und vor dessen Ursprunge an dem vorderen Theile des Coracoids inserirt.

Innervirt durch N. thoracicus inferior (10[a]).

Der Muskel entspricht im Allgemeinen dem M. sterno-coracoideus internus der kionokranen Saurier, namentlich der Ascalaboten; eine Homologie mit dem M. pectoralis minor, die MECKEL und vielleicht auch RÜDINGER befürworten, ist demnach auszuschliessen.

7. Pectoralis.

Grosser Brustmuskel, Pectoralis major: MECKEL, PFEIFFER, RÜDINGER.
Pectoralis: MIVART.

Mässig grosser Muskel an der Unterseite der Brust, der mit seinem vorderen Theile den M. supracoracoideus, mit seinem lateralen hinteren Rande den unteren des M. serratus superficialis deckt, während er selbst vorn und medial z. Th. von dem Zungenbein und seinen Muskeln, hinten und lateral von dem M. obliquus abdominis

---

[1] MECKEL führt nur den Namen des Muskels ohne nähere Beschreibung an, so dass die Identität nicht festzustellen ist.

[2] RÜDINGER beschreibt speciell nur den »M. pectoralis minor« der Crocodile, ohne dieses Muskels bei den kionokranen Sauriern und Chamäleoniden Erwähnung zu thun.

[3] MIVART erwähnt auch eine Membran, die zwischen dem vorderen der 1. Rippe und dem innern Winkel des vorderen Randes des Brustgürtels (zwischen den beiden Portionen des M subscapularis) erstreckt ist, und bringt dieselbe zu dem M. costo-coracoideus von Iguana in Beziehung. — Ich fand bei den von mir untersuchten Exemplaren zwar ein wohlentwickeltes Ligamentum sterno-coracoideum internum (wie bei den kionokranen Sauriern), vermisste aber Sehnenzüge, die eine Vergleichung mit dem M. costo-coracoideus rechtfertigten.

externus überlagert ist. Er entspringt von der Aussenfläche des Sternums mit Ausnahme des vordersten Theiles desselben [1]), sowie in verschiedener Ausdehnung von der 2. bis 4. Sternocostalleiste [2]) und geht mit stark convergirenden Fasern lateralwärts und nach vorn an die Beugefläche des Processus lateralis humeri, wo er distal vom M. supracoracoideus inserirt. Am Ursprunge berührt der Muskel in der Regel vorn den der Gegenseite, während er hinten von ihm getrennt ist. Eine Andeutung des Zerfalls in eine vordere P. sternalis und eine hintere P. costalis ist mitunter angedeutet [3]).

Innervirt durch N. pectoralis (19).

Der Muskel entspricht dem M. pectoralis der kionokranen Saurier. Er ist schwächer entwickelt als dieser und zeigt in der Regel [4]) eine grössere Selbstständigkeit dem M. obliquus abdominis externus gegenüber.

8. Supracoracoideus.

Innerer Bauch des Hebers des Arms (Deltoideus): Meckel. (?).
Theil des Deltoideus: Pfeiffer.
Coraco-brachialis proprius anterior: Rüdinger.
Epicoraco-humeralis (= Subclavius): Rolleston.
Subclavius: Mivart (Rolleston).

Mittelgrosser Muskel an der Unterseite des vorderen Theiles des Coracoids, der einerseits von den Mm. coraco-humeralis anterior, sterno-humeralis anterior und pectoralis bedeckt ist und andererseits hinten den vorderen Theil der Mm. coraco-brachialis deckt [5]). Er ent-

---

[1]) Rüdinger gibt auch einen Ursprung vom Coracoid an, eine Angabe, die weder mit denen der anderen Autoren noch mit meinen Untersuchungen übereinstimmt.

[2]) Die Angaben der Autoren sind bezüglich dieses Ursprungs abweichend. Pfeiffer beschreibt (bei Chamaeleo vulgaris und senegalensis) einen Ursprung des costalen Theils von der zweiten und dritten Sternocostalleiste, Rüdinger (bei Ch. vulgaris) von der vierten, Mivart (bei Ch. Parsonii) von der dritten; ich fand (bei Ch. vulgaris und dilepis) das Verhalten, wie es Pfeiffer angibt.

[3]) Diese Trennung wird namentlich von Pfeiffer und Rüdinger bei Ch. vulgaris betont.

[4]) Eine Ausnahme scheint Ch. Parsonii zu machen, wo der M. pectoralis (nach Mivart's Angabe) auch von der Fascie des äusseren schiefen Bauchmuskels entspringt.

[5]) Er kann auch mit diesem Muskel verwachsen sein (cf. Mivart).

springt von der Aussenfläche des Coracoids, besonders im medialen und vorderen Bereiche desselben (mit Ausnahme des von dem M. coraco-humeralis anterior eingenommenen vorderen Saumes), und geht mit convergirenden Fasern an den Humerus, wo er vereinigt mit dem M. suprascapularis und proximal von den Mm. deltoidei und pectoralis in der Nähe des Caput humeri am Anfangstheile des Processus lateralis inserirt.

Innervirt durch einen Ast des N. supracoracoideus (supracoracoscapularis) (12).

Der Muskel entspricht dem gleichnamigen der kionokranen Saurier. Eine Homologie mit dem M. deltoideus des Menschen ist demnach auszuschliessen, ebenso eine Vergleichung mit dem M. subclavius [1]).

9. Suprascapularis.

Unterer Theil des äusseren Schulterblattmuskels oder Auswärtsrollers (Untergrätenmuskel), Theil des M. dorsalis scapulae (Infraspinatus): Meckel, Rüdinger.
Supraspinatus: Pfeiffer, Rolleston.
Anterior suprascapular: Mivart.

Mittelgrosser Muskel, der vorn von den Mm. levator scapulae superficialis und omohyoideus, hinten von dem M. dorsalis scapulae und unten von dem M. supracoracoideus begrenzt, sowie medial von dem oberen Rande des M. coraco-humeralis anterior bedeckt ist. Er entspringt von dem vorderen Theile der unteren Hälfte der Aussenfläche der Scapula, wobei er mit dem M. supracoracoideus mehr oder minder innig verbunden ist und geht mit convergirenden Fasern gemeinsam mit diesem Muskel an den Anfang des Processus lateralis humeri, wobei er sich unter die Mm. deltoidei einschiebt.

Innervirt durch einen Ast des N. supracoracoideus (supracoracoscapularis) (12).

Der M. suprascapularis gehört durch die Art seiner Innervation zu dem Systeme des M. supracoracoideus, mit dem er übrigens auch

---

[1]) Bezüglich dieser Vergleichung siehe unten die Besprechung des M. supracoracoideus der Crocodile.

innig verbunden ist, und ist danach auch mittelbar zu vergleichen mit den Mm. supra- und infraspinatus der Säugethiere. Er fehlt den kionokranen Sauriern und ist aufzufassen als eine von dem M. supracoracoideus ausgegangene Neubildung, die derart entstanden ist, dass vom oberen Bereiche dieses Muskels aus eine Entwicklung dorsaler auf die Scapula übergreifender Fasern stattgefunden hat. Von den früheren Autoren ist diese nahe Beziehung des M. suprascapularis zu dem M. supracoracoideus übersehen worden: der Muskel wurde vielmehr zu dem M. dorsalis scapulae in Verwandtschaft gebracht, obschon er von diesem durch die ganz andere Innervation wesentlich verschieden ist. Die directe Vergleichung mit den Mm. supra- und infraspinatus (Meckel, Pfeiffer, Rolleston, Rüdinger) ist nicht erlaubt, da diese Muskeln erst innerhalb der Säugethiere in der ihnen eigenthümlichen Weise sich entwickeln, während der M. suprascapularis eine besondere Bildung der Chamaeleoniden darstellt.

10. Coraco-brachialis.

a. *Coraco-brachialis brevis:*

Theil des grossen Brustmuskels oder wahrscheinlicher oberer Hakenarmmuskel: Meckel (No. 7).
Vorderer Coraco-brachialis: Pfeiffer.
Theil des Coraco-brachialis proprius posterior s. longus: Rüdinger.
Shorter portion of Coraco-brachialis: Mivart.

b. *Coraco-brachialis longus:*

Hakenarmmuskel: Meckel (No. 8).
Hinterer Coraco-brachialis: Pfeiffer.
Hinteres Bündel des Coraco-brachialis proprius posterior s. longus: Rüdinger.
Longer portion of Coraco-brachialis: Mivart.

Die Mm. coraco-brachiales bilden eine von dem grösseren hinteren Theile des Coracoids entspringende Muskelmasse, die ähnlich wie bei vielen kionokranen Sauriern in zwei deutlich getrennte Muskeln zerfallen ist, zwischen denen der N. brachialis longus inferior durchtritt.

M. coraco-brachialis brevis. Breiter und kurzer Muskel. Er entspringt von den hinteren und lateralen 2 Dritteln der Aussenfläche des Coracoids, wobei er vorn von den Mm. supracoracoideus und coraco-antebrachialis gedeckt ist und geht über das Schulter-

gelenk hinweg an die Beugefläche der proximalen 2 Fünftel des Humerus sowie an die Basis des Processus medialis desselben.

M. coraco-brachialis longus. Schlanker und dünner Muskel, der von dem hinteren Ende des Coracoids sehnig entspringt, wobei er in der Regel mit dem M. coraco-brachialis brevis verbunden ist[1], und hierauf in einen schmalen Muskelbauch übergeht, der an der Medialseite des Oberarms, getrennt vom M coraco-brachialis brevis, verläuft und am Epicondylus medialis humeri inserirt.

Innervirt durch Nn. coraco-brachialis (22).

Die Mm. coraco-brachiales entsprechen im Wesentlichen vollkommen den gleichnamigen Muskeln der kionokranen Saurier. Eine geringe Differenz bietet die Grösse des M. coraco-brachialis brevis dar, die bei den Chamaeleoniden relativ (namentlich dem M. supracoracoideus gegenüber) bedeutender ist als bei den kionokranen Sauriern. Bemerkenswerth ist zugleich, dass diese Vergrösserung auf einer Zunahme durch vordere, von mehr vorderen Theilen des Coracoids entspringende Fasern beruht, ein Verhalten, das deutlich die Tendenz zu einer Vorwärtswanderung des Muskels auf der Fläche des Coracoids erkennen lässt[2].

11. Coraco-antebrachialis (Biceps).

Langer Kopf des langen Beugers, langer Kopf des Biceps: Meckel, Pfeiffer.
Biceps brachii s. Coraco-radialis: Rüdinger.
Biceps: Mivart.

Mittelgrosser Muskel. Er entspringt sehnig von dem Medialrande der Aussenfläche des Coracoids, gleich neben der Verbindung desselben mit dem Sternum, und verläuft zwischen M. supracoracoideus und M. coraco-brachialis brevis nach dem Oberarm, wo er in einen Muskelbauch übergeht, der sich in der Mitte des Oberarms in zwei Muskelzipfel theilt[3], welche in schlanke, den distalen Ab-

---

[1] Meckel gibt an, dass er nicht von dem Coracoid, »sondern mit einer langen dünnen Sehne von dem inneren Theile der vorderen Fläche des vorigen Muskels (Coraco-brachialis brevis)« entspringe, eine Angabe, die auf ungenauer Beobachtung beruht.

[2] Damit geht Hand in Hand die Vor- und Dorsalwärtswanderung des M. supracoracoideus, die bereits bei den Chamaeleoniden in der Bildung eines M. suprascapularis sich ausdrückt.

[3] So nach Mivart's und meinen Beobachtungen. Die anderen Anatomen erwähnen diese frühzeitige Theilung nicht.

schnitt des M. brachialis inferior umfassende Sehnen übergehen, von denen die laterale am proximalen Theile der Beugefläche des Radius, die mediale an dem entsprechenden Abschnitte der Ulna inserirt. Letztere verbindet sich in der Regel mit dem M. brachialis inferior.

Innervirt durch N. coraco-antebrachialis (22_c).

Der M. coraco-antebrachialis ist im Wesentlichen ein Homologon des gleichnamigen Muskels der Saurier, und zwar steht er bezüglich seines sehnigen Ursprungs den Bildungen bei einzelnen Pachyglossen z. B. Iguana am nächsten. Den Chamaeleonen eigenthümlich ist die frühe Theilung in zwei Muskelbäuche und die damit verbundene grössere Selbstständigkeit dem M. brachialis inferior gegenüber.

12. Humero-antebrachialis inferior (Brachialis inferior).

Kurzer Kopf des langen Beugers, kurzer Kopf des Biceps: Meckel, Pfeiffer.
Brachialis internus: Rüdinger.
Brachialis anticus: Mivart.

Ansehnlicher Muskel an der Beugeseite des Oberarms. Er entspringt von der Vorderfläche des Humerus unterhalb des Processus lateralis und der Insertion des M. coraco-brachialis brevis und zwischen den Theilen des M. anconaeus und geht der Ellenbogengelenkkapsel eng aufliegend nach dem Vorderarm, wo er (meist mit einem Zipfel des M. coraco-antebrachialis verbunden) an der Ulna allein (Ch. Parsonii) oder hauptsächlich an dieser und mit spärlichen Fasern auch an dem Radius endet (Ch. dilepis, vulgaris[1]). — Ein Zusammenhang mit dem M. flexor longus digitorum findet sich bei Ch. Parsonii (cf. Mivart).

Innervirt durch N. humero-antebrachialis inferior (24).

Der Muskel entspricht im Wesentlichen dem gleichnamigen der kionokranen Saurier, unterscheidet sich aber von ihm durch seine grössere Selbstständigkeit dem M. biceps gegenüber, sowie durch seine vorwiegend oder lediglich an der Ulna stattfindende Insertion. Ebenso bietet die Beziehung zu dem M. flexor longus digitorum bei Ch. Parsonii ein eigenthümliches Verhalten der Chamaeleoniden dar.

---

[1]) Von den früheren Autoren ist die Insertion am Radius meist zu ansehnlich angegeben.

13. Dorso-humeralis (Latissimus dorsi).

Breiter Rückenmuskel, Latissimus dorsi: Meckel, Pfeiffer, Rüdinger, Mivart.

Breiter aber dünner Muskel, der aponeurotisch von den Dornen des 6. bis 9. Wirbels (1. bis 4. Brustwirbels) und der die epaxonische Muskulatur deckenden Fascie, sowie mit muskulösen Zacken im Bereiche der 3. bis 5. Sternalrippe[1]) entspringt, und mit stark convergirenden Fasern nach unten und vorn nach dem Humerus geht, wo er, sich medial von dem M. anconaeus scapularis vorbeiziehend, an der Streckfläche unterhalb des M. subscapularis, medial von dem M. anconaeus humeralis lateralis und lateral von dem Anfange des M. anconaeus humeralis medialis inserirt. Am Ursprunge ist er vorn von dem M. cucullaris gedeckt. Hinten grenzt er sich deutlich von der Rumpfmuskulatur ab und zeigt auch an der Insertion keine näheren Beziehungen zu dem M. anconaeus.

Innervirt durch N. latissimus dorsi (34).

Der Muskel unterscheidet sich von dem ihm homologen der kionokranen Saurier durch seine geringere Grösse, besonders hinsichtlich der Dickendimension, durch seinen vorwiegenden Ursprung von Rippen, und durch seine Selbstständigkeit der Rumpfmuskulatur und dem M. anconaeus gegenüber.

14. Dorsalis scapulae (Deltoides scapularis s. superior).

Grosser runder Muskel oder kleiner Rückwärtszieher des Oberarms: Meckel.
Infraspinatus: Pfeiffer.
Hinterer grösserer Theil des Dorsalis scapulae (Infraspinatus oder Teres minor)[2]): Rüdinger.
Posterior suprascapular: Mivart.

Dicker und langer Muskel an der Aussenfläche der Scapula, der vorn von M. levator scapulae superficialis und M. suprascapularis

---

[1]) Meckel (Ch. vulgaris) verlegt den Rippenursprung des Muskels vorzüglich auf die 4. Rippe, Mivart (Ch. Parsonii) auf die 3. und 4. Rippe, Rüdinger (Ch. vulgaris) auf die 6.—8. Rippe; des Letzteren Angabe stimmt vollkommen mit meinen Beobachtungen überein, indem Rüdinger's erste 3 Rippen den 3 Halsrippen, also erst seine 4. Rippe der 1. Sternalrippe entspricht.

[2]) Rüdinger vergleicht den Muskel bald (pag. 64) mit dem M. infraspinatus, bald (pag. 70) mit dem M. teres minor.

begrenzt ist und hinten z. Th. dem M. serratus superficialis aufliegt. Er entspringt von der Aussenfläche der mittleren 2 Viertel der Scapula und geht nach unten zu dem Processus lateralis humeri, an dessen Aussenfläche er gemeinschaftlich mit dem M. coraco-humeralis anterior inserirt. Auf dem Wege zur Insertion geht er lateral an dem M. anconaeus scapularis und medial an dem M. coraco-humeralis anterior vorbei. An der Insertion nimmt er die Mitte des Processus ein, während die Mm. coraco-humeralis anterior und sterno-humeralis anterior mehr distal und die Mm. supracoracoideus und suprascapularis mehr proximal sich daran anheften.

Innervirt durch einen Ast des N. dorsalis scapulae (30).

Der Muskel entspricht im Wesentlichen dem M. dorsalis scapulae der kionokranen Saurier. Er unterscheidet sich von ihm durch seine geringere Breite und seine Selbstständigkeit den Mm. coraco-humeralis anterior und sterno-humeralis anterior gegenüber, indem er mit diesen nur an der Insertion verbunden, sonst aber von ihnen getrennt und entfernt ist. Beide Beziehungen stehen im Zusammenhange mit der bedeutenden dorsalen Entwicklung des Systems des M. supracoracoideus, das sich in der Bildung des M. suprascapularis ausspricht. — Die Annahme Meckel's, der den Muskel dem M. teres major vergleicht, wird durch die Lage des Muskels zum M. anconaeus scapularis ohne Weiteres verboten und ist auch bereits von Rüdinger zurückgewiesen worden; eine Homologie mit dem M. infraspinatus, welche Pfeiffer und Rüdinger befürworten, wird durch die ganz verschiedene Innervation unmöglich gemacht.

15. Coraco-humeralis anterior und Sterno-humeralis anterior (Deltoides coraco-sternalis s. inferior).

a. *Coraco-humeralis anterior.*

Aeusserer Bauch des Hebers des Armes (Deltoideus): Meckel.
Theil des Deltoideus: Pfeiffer, Rüdinger.
Upper or posterior portion of the Deltoid: Mivart.

b. *Sterno-humeralis anterior.*

Innerer Bauch des Hebers des Armes (Deltoideus): Meckel.
Theil des Deltoideus: Pfeiffer, Rüdinger.
Lower or anterior portion of the Deltoid: Mivart.

Breiter aber ziemlich dünner Muskel an der Unterseite des Co-

racoids, der den M. supracoracoideus deckt und in zwei mehr oder weniger getrennte Partien, den M. coraco-humeralis anterior und den M. sterno-humeralis anterior, geschieden ist[1]).

Der M. coraco-humeralis anterior entspringt von dem Vorderrande des Coracoids sowie mit spärlichen Fasern von der äusseren Lippe der Incisura coracoidea des Sternums oder Ch. Parsonii allein von letzterer und geht, den M. supracoracoideus deckend, lateralwärts zu dem Oberarm, wo er gemeinsam mit den Mm. sterno-humeralis anterior und dorsalis scapulae an der Aussenfläche des Processus lateralis humeri inserirt. Seine Fasern ziehen lateral an denen des M. dorsalis scapulae vorbei und heften sich distal von ihnen an den Processus an; zum kleinen Theile stehen sie mit einzelnen oberflächlichen Bündeln des gleich unter ihm entspringenden M. brachialis inferior im Zusammenhange; nach einzelnen Autoren (Meckel, Pfeiffer) verbinden sie sich durch Vermittelung einer langen Sehne auch mit dem distalen Theile des Humerus.

Der M. sterno-humeralis anterior nimmt von dem äusseren Labium der Coracoidfurche des Brustbeins seinen Anfang und geht medial und hinter dem M. coraco-humeralis anterior zum Processus lateralis humeri, an dessen Aussenfläche er gemeinsam mit ihm inserirt.

Innervirt durch einen Ast des N. dorsalis scapulae (30).

Der Muskel ist im Allgemeinen ein Homologon des M. cleido-humeralis (deltoides inferior) der kionokranen Saurier, er unterscheidet sich aber von ihm vor Allem durch die Verschiedenheit des Ursprungs, der bei den Chamäleoniden vom Coracoid und Sternum, bei den kionokranen Sauriern von der Clavicula stattfindet. Diese Differenz steht in Correlation zu der verschiedenartigen Entwicklung des Brustgürtels beider und ist, wie dies bereits bei ähnlicher Gelegenheit im Früheren öfters erwähnt worden ist, nicht gross genug, um eine Homologie beider Muskeln auszuschliessen. Darin, dass ein Homologon des bei den kionokranen Sauriern von der Clavicula entspringenden Muskels hier mit dem primären Brustgürtel in Verbindung steht, spricht sich eine Entwicklungsstufe aus, die mit grosser Wahrscheinlichkeit als Reductionsbildung aus vollkommeneren Stadien ähnlich wie die kionokranen Saurier sie darbieten, aufzufassen

[1]) Pfeiffer und Rüdinger beschreiben den Muskel als eine homogene Bildung.

ist und die eine gewisse äussere Uebereinstimmung mit den einfacheren Bildungen der Amphibien und Chelonier zeigt. Auch dadurch, dass der Muskel secundär zu dem Sternum in Verbindung getreten ist, sowie, dass er (nach Meckel und Pfeiffer) zum Theil am distalen Abschnitte des Humerus inserirt, kommt ein Bildungsmodus zur Geltung, der an entsprechende Differenzirungen bei den Anuren erinnert[1]).

16. Scapulo-humeralis profundus[2]).

Wahrscheinlich Obergrätenmuskel oder vorderer oberer Theil des äusseren Schulterblattmuskels: Meckel.
Teres major: Pfeiffer.
Scapulo-humeralis: Rolleston.

Sehr kleiner Muskel, der von dem Hinterrande des untersten Theils der Scapula entspringt und mit convergirenden Fasern über die Schultergelenkkapsel hinweg an den proximalen Theil der Streckseite des Humerus geht, wo er zwischen den Anfängen der Mm. anconaei humerales lateralis und medialis inserirt. Während seines Verlaufs ist er von einem Sehnenschenkel bedeckt, der den Humeruskopf mit dem sehnigen Ursprungstheile des M. anconaeus scapularis verbindet.

Innervirt durch N. scapulo-humeralis profundus (36[a]).

Der Muskel entspricht dem gleichnamigen Muskel der kionokranen Saurier und unterscheidet sich von ihm nur durch seine geringere Grösse sowie durch den auf den Hinterrand der Scapula beschränkten Ursprung. Die Beziehung zu dem Sehnenschenkel des M. anconaeus theilt er mit den kionokranen Sauriern.

17. Subcoracoscapularis[3]).

Unterschulterblattmuskel, Subscapularis: Meckel, Rüdinger[4]), Mivart.

---

[1]) Selbstverständlich kommt hiermit nur eine äusserliche Aehnlichkeit, keineswegs aber eine innere Verwandtschaft zum Ausdruck.

[2]) Von Mivart nicht erwähnt, von Rüdinger abgeleugnet.

[3]) Von Pfeiffer nicht angeführt.

[4]) Rüdinger vergleicht beide Theile des Muskels mit dem M. subscapu-

Ansehnlicher Muskel, der sich aus zwei Theilen zusammensetzt. Der dorsale Theil, M. subscapularis, entspringt von der Innenfläche der Scapula zwischen den Insertionen des M. levator scapulae superficialis und der Mm. serrati superficialis und profundus; der ventrale Theil, M. subcoracoideus kommt von der Innenfläche des Coracoids. Beide Theile, die durch das Ligamentum sterno-scapulare internum von einander getrennt sind, vereinigen sich an der Insertion und heften sich an den Processus medialis humeri an.

Innervirt durch N. subscapularis (29).

Der Muskel entspricht im Wesentlichen dem gleichnamigen der kionokranen Saurier. Bemerkenswerth ist seine sehr vollkommene Scheidung in die coracoidale und scapulare Portion, sowie die geringere Differenzirung der letzteren, welche ganz auf die Innenfläche der Scapula beschränkt ist.

18. Anconaeus.

a. *C. scapulare laterale m. anconaei:*

Langer Kopf des dreiköpfigen Vorderarmstreckers, Caput longum m. tricipitis: Meckel, Pfeiffer, Rüdinger.
First part of the Triceps: Mivart,

b. *C. humerale laterale m. anconaei:*

(Aeusserer) Kopf des M. triceps: Meckel, Rüdinger.
Second part of the Triceps: Mivart.

c. *C. humerale mediale m. anconaei:*

(Innerer) Kopf des M. triceps: Meckel, Rüdinger.
Third part of the Triceps: Mivart.

Kräftiger mit drei Köpfen entspringender Muskel.

a. Caput scapulare laterale m. anconaei (M. anconaeus scapularis lateralis). Grösster Kopf, der mit 2 getrennten Portionen von dem unteren Abschnitte des Hinterrandes der Scapula seinen Ausgang nimmt. Die grössere obere Portion entspringt sehnig-fleischig oberhalb des M. scapulo-humeralis profundus und unterhalb der Insertion des M. serratus superfi-

---

laris und schlägt zugleich für die scapulare Portion die Bezeichnung M. subscapularis, für die coracoidale den Namen M. coraco-brachialis internus vor.

cialis von dem Hinterrande der Scapula, die kleinere untere Portion kommt hingegen rein sehnig und bedeckt von dem M. scapulo-humeralis profundus von dem Gelenkrande der Scapula und ist mit einem proximal an das Caput humeri angehefteten und den letztgenannten Muskel überbrückenden Sehnenschenkel [1]) verbunden. Am Anfange des zweiten Drittels des Oberarms verbinden sich beide Portionen miteinander und vereinigen sich dann mit den humeralen Köpfen.

b. Caput humerale laterale m. anconaei (M. anconaeus humeralis lateralis). Ansehnlicher Kopf, der von der Aussen- und Hinterfläche des Humerus unterhalb und hinter dem Processus lateralis bis nahezu herab zum distalen Ende des Humerus entspringt und sich unterhalb der Mitte des Oberarms mit dem Caput scapulare laterale und am Ende des Oberarms mit dem Caput humerale mediale vereinigt.

c) Caput humerale mediale m. anconaei (M. anconaeus humeralis medialis). Kleiner und schmaler Kopf an dem medialen Theile der Streckseite des Oberarms. Sein Ursprung beginnt medial neben der Insertion des M. latissimus dorsi und erstreckt sich nahezu bis zum distalen Ende des Humerus. Der Kopf liegt zwischen M. coraco-brachialis longus und Caput humerale laterale und vereinigt sich mit letzterem am unteren Ende des Oberarms.

Die durch Vereinigung aller drei Köpfe entstandene Muskelmasse geht in eine kräftige Sehne über, die eine Patella ulnaris einschliesst und am proximalen Theile der Ulna inserirt.

Innervirt durch Rr. musculares n. brachialis longi superioris (Nn. anconaei) (36, 40).

Der Muskel unterscheidet sich von dem ihm homologen Muskel der Saurier im Wesentlichen nur durch den Mangel eines von dem Coracoid kommenden Kopfes. Mivart's Deutung, welche die untere sehnige Portion des Caput scapulare laterale der Chamäleoniden mit dem Caput coracoideum der kionokranen Saurier vergleicht, ist nicht richtig. Diese untere sehnige Portion existirt auch bei den kionokranen Sauriern als gut entwickelter, wenn auch nicht so deutlich von der oberen Portion getrennter Theil; das Caput coracoideum der kiono-

[1]) Meckel, dessen Beschreibung übrigens durch Genauigkeit sich auszeichnet, fasst diesen Sehnenschenkel als Ursprungssehne auf; die übrigen Untersucher (ausser Rüdinger) thun desselben keine Erwähnung.

kranen Saurier hingegen steht zu dem M. latissimus dorsi und dem N. brachialis longus superior in so besonderen und bestimmt ausgeprägten Beziehungen, die der unteren Portion des Caput scapulare laterale der Chamaeleoniden abgehen, dass eine Vergleichung beider ohne Weiteres auszuschliessen ist.

C. Crocodile.

Die Muskeln der Schulter und des Oberarms der Crocodile bieten eine Differenzirung dar, die z. Th. aus den Bildungen der Saurier erklärt werden kann, z. Th. aber eigenthümliche Beziehungen zeigt, wie sie weder bei den kionokranen Sauriern noch bei den Chamäleoniden zur Beobachtung kommen. Abgesehen von einzelnen Ausnahmen ist eine gewisse Reduction der meisten Muskeln, welche mit der Vereinfachung des Brustgürtels Hand in Hand geht, nicht zu verkennen; mit dieser Reduction hat sich aber in vielen Fällen eine specifische Differenzirung und Weiterentwicklung der einzelnen Bildungen verbunden, wodurch eine Mannigfaltigkeit der Muskelformen zum Ausdruck gebracht wird, welche der einfachen Ausbildung der Knochen nicht congruent ist; doch ist auch bei letzteren durch relativ reiche Gliederung der einzelnen Skelettheile die geringe Anzahl der den Brustgürtel zusammensetzenden Hauptstücke compensirt worden. Die von den Nn. vago-accessorius und thoracici anteriores versorgten Mm. sterno-mastoideus und cucullaris bieten in ihrer vollkommenen Trennung von einander einen Reductionszustand dar, welcher bereits bei einzelnen kionokranen Sauriern und bei den Chamaeleoniden beobachtet wurde; den Crocodilen eigenthümlich ist eine durch die besonders entwickelte Rippe des ersten Halswirbels vermittelte Trennung des M. sterno-mastoideus in zwei ganz selbstständige Portionen, deren vordere von Elementen des N. vago-accessorius und deren hintere von Nn. thoracici anteriores versorgt wird. Der von Nn. thoracici superiores innervirte Complex der Mm. levator scapulae und serratus zeigt nach metamerer Ausdehnung und nach Differenzirung der einzelnen Componenten einen Grad der Entwicklung, welcher den von den kionokranen Sauriern erreichten noch übertrifft; zugleich ist es in diesem Systeme zur Ausbildung eines M. rhomboideus gekommen, der den Sauriern abgeht und der eine Vorstufe zu der hohen Differenzirung dieses Muskels bei den Vögeln darbietet. Relativ einfach ist das von Nn. thoracici inferiores versorgte Muskelsystem ausgebildet: der einzige aber ansehnliche Re-

präsentant desselben, der M. costo-coracoideus, zeigt engere Beziehungen zu dem M. testo-coracoideus der Chelonier. Die an die vordere Extremität gehenden Muskeln sind nach Volumen geringer entwickelt als die entsprechenden Bildungen der kionokranen Saurier. Dies spricht sich namentlich bei den ventralen, von Nn. brachiales inferiores innervirten, Muskeln aus. Von diesen ist der M. supracoracoideus (supracoracoscapularis) in ähnlicher Weise wie bei den Chamäleoniden durch eine Zunahme des M. coraco-brachialis nach vorn auf den vordersten Theil des Coracoids beschränkt worden; für diesen Verlust an Raum wurde eine Compensation gewonnen, durch Uebergreifen des Ursprungs einmal auf die Scapula (P. scapularis m: supracoracoscapularis), dann auf die Innenfläche des Coracoids; letztere Beziehung ist den Crocodilen eigenthümlich. Der M. coraco-brachialis, obschon eine kräftige Entwicklung nach vorn darbietend, zeigt eine Verkümmerung hinterer und distal inserirender Elemente, die sich in dem Mangel eines M. coraco-brachialis longus ausspricht. Die dorsalen, von Nn. brachiales superiores versorgten, Muskeln bieten eine relativ geringere Reduction dar als die ventralen. Einzelne derselben (die Mm. latissimus dorsi, dorsalis scapulae, scapulo-humeralis profundus, subscapularis) zeigen allerdings in ihrer Grösse eine mehr oder minder bedeutende Differenz von den entsprechenden Muskeln der Saurier, andere hingegen (die Mm. deltoideus scapularis inferior incl. humero-radialis, teres major, anconaeus) sind ebenso hoch und in gewisser Hinsicht sogar noch höher entwickelt als ihre Homologe bei den Sauriern; speciell für den M. anconaeus ist bemerkenswerth die reiche Gliederung der Ursprungstheile dieses Muskels, welche unter anderem auch die Scheidung eines (den Vögeln und Säugethieren ebenfalls zukommenden, aber den übrigen pentadactylen Wirbelthieren abgehenden) N. axillaris vom Stamme des N. dorsalis scapulae bedingt; endlich ist hinzuweisen auf die Ausbildung eines M. humero-radialis, der zu dem M. deltoideus scapularis inferior in innigster Beziehung steht und eine aberrative Differenzirung desselben darstellt; letzteres Verhältniss, ebenso wie die bei einzelnen Exemplaren beobachteten Aberrationen der Mm. pectoralis und latissimus dorsi, steht zu den entsprechenden Verhältnissen der Vögel im unmittelbarsten Connexe und kennzeichnet die nahe Verwandtschaft der Vögel und Crocodile.

Die Schultermuskeln der Crocodile lassen sich in folgender Weise eintheilen:

A. Durch N. vago-accessorius und Nn. thoracici anteriores innervirt:

Ursprung vom Kopfe und vom Rücken.

a) Insertion am Brustbein und an der Brustfascie, Innervation durch R. muscularis externus n. vago-accessorii und N. thoracicus anterior:
Capiti-sternalis (*Sterno-mastoideus*).

b) Insertion an der Scapula und der Schulterfascie, Innervation durch N. thoracicus anterior:
Dorso-scapularis (*Cucullaris*).

B. Durch Nn. thoracici superiores innervirt:

1. Ursprung vom lateralen Theile des Rumpfes (Rippen resp. Processus transversi), Insertion an der Scapula.
   a) Insertion am Vorder- und Hinterrande der Scapula.
      α. Ursprung vom Hals (Rippen und Processus transversi (costales) vorderer Halswirbel), Insertion am Vorderrande der Scapula:
      Collo-scapularis superficialis (*Levator scapulae superficialis*).
      β. Ursprung vorwiegend vom Thorax (letzte Halsrippe und erste Brustrippe), Insertion am Hinterrande der Scapula:
      Thoraci-scapularis superficialis (*Serratus superficialis*).
   b) Insertion an der Innenfläche des oberen Theils der Scapula (Suprascapulare):
      Collo-thoraci-suprascapularis profundus (*Levator scapulae et Serratus profundus*).
2. Ursprung vom dorsalen Theile des Rumpfes (Rückenfascie), Insertion an der Scapula:
   Rhomboideus.

C. Durch N. thoracicus inferior innervirt:

Ursprung von Rippen, Insertion am Hinter- (Lateral-) Rande des Coracoids:
Costo-coracoideus.

D. Durch Nn. brachiales inferiores innervirt:

a) Ursprung vom Rumpfe (Sternum, Episternum und Rippen), Insertion am Oberarm:
Pectoralis.

b) Ursprung vom Brustgürtel (vorwiegend von dessen ventralem Abschnitte), Insertion am Oberarm:

α) Innervation durch N. supracoracoideus (supracoracoscapularis).
Supracoracoideus (*Supracoracoscapularis.*)

β) Innervation durch Nn. coraco-brachialis und coraco-antebrachialis.

aa) Insertion am Oberarm:
Coraco-brachialis.

bb) Insertion am Vorderarm (Radius und Ulna):
Coraco-antebrachialis (*Biceps*).

c) Ursprung vom Oberarm, Insertion am Vorderarm (Radius und Ulna):
Humero-antebrachialis inferior (*Brachialis inferior*).

E. Durch Nn. brachiales superiores innervirt:

a) Ursprung vom Rumpfe (obere Dornfortsätze), Insertion am Oberarm (und der Achselhöhlenfascie):
Dorso-humeralis (*Latissimus dorsi*).

b) Ursprung von der Aussenfläche (und dem hinteren Rande) des Brustgürtels, Insertion am Humerus:

α) Insertion am Processus lateralis humeri:

aa) Ursprung vom oberen Theile der Scapula, Innervation durch N. dorsalis scapulae:
Dorsalis scapulae (*Deltoides scapularis superior*).

bb) Ursprung vom unteren Theile der Scapula, Innervation durch N. axillaris:
Deltoides scapularis inferior.

β) Insertion an der Streckfläche des Humerus, Verlauf zwischen Caput scapulare laterale und coraco-scapulare m. anconaei.

aa) Ursprung vom unteren Theile des Hinterrandes der Scapula, Insertion zwischen Caput humerale posticum und

humerale mediale m. anconaei (zwischen Processus lateralis und medialis):

Scapulo-humeralis profundus.

bb) Ursprung von der Aussenfläche der Scapula, Insertion zwischen Caput humerale posticum und humerale laterale m. anconaei (distal vom Processus medialis):

Teres major.

c) Ursprung von der Innenfläche des dorsalen Abschnittes des Brustgürtels (Scapula), Insertion am Humerus (Processus medialis humeri):

Subscapularis.

d) Ursprung vom Brustgürtel (Scapula und Coracoid), und Humerus, Insertion am Vorderarm:

α. Innervation durch Rr. musculares n. brachialis longi superioris (Nn. anconaei), Ursprung von Brustgürtel und Humerus, Insertion an der Ulna:

Anconaeus.

β. Innervation durch einen Ast des N. axillaris (N. humero-radialis), Ursprung vom Humerus, Insertion am Radius:

Humero-radialis.

---

1. Capiti-sternalis (sterno-mastoideus) (*cst*)[1].

a) *P. anterior* (*M. atlanti-mastoideus*)[2].

Oberes Ende des Kopfnickers (Sterno-mastoideus),

[1]) Fischer führt (pag. 66) einen vom N. accessorius Willisii versorgten »schmalen, langen Muskel an, der vom vorderen Rande des Schulterblattes ausgehend, sich an das Lateralstück des Hinterhauptsbeins befestigt (Omo-mastoideus?)«. Ein solcher Muskel ist von den anderen Autoren und von mir ebensowenig gefunden worden, wie der von Pfeiffer (pag. 41) beschriebene M. sterno-mastoideus, der zweibäuchig, aber ohne Anheftung an Halswirbeln, zwischen Sternum und Schädel erstreckt ist. Der von Haughton beim Crocodil (pag. 275) erwähnte M. sterno-mastoideus, der vom Sternum zum hintern Drittel der Innenseite des Unterkiefers geht, gehört dem System der ventralen Längsmuskulatur an. Wahrscheinlich ist der von ihm unter No. 6 beschriebene Muskel, der von dem innern Ende des Coracoids nach dem Querfortsatz des 3. Halswirbels verlaufen soll, identisch mit der P. posterior des M. sterno-mastoideus.

[2]) Die P. anterior ist von Buttmann, Stannius und Haughton in ihrer

vordere Fortsetzung des Sterno-mastoideus: Meckel, Rüdinger.

b) *P. posterior* (*M. sterno-atlanticus*).

Sterno-mastoideus: Buttmann, Stannius, Rüdinger.
Innerer Bauch des Kopfnickers (Sterno-mastoideus): Meckel.
Sterno-atlanticus: Haughton.

Ziemlich kräftiger Muskel an der Seite des Halses, der sich vom Schädel bis zur Brust erstreckt und vor der Mitte des Halses durch die Rippe des ersten (und zweiten) Halswirbels [1]) in zwei getrennte Portionen getrennt ist.

P. anterior (M. atlanti-mastoideus) (cst_1). Ziemlich kurzer, aber nicht unkräftiger Muskel, der von dem hinteren Theil des Schädels (Os mastoideum) entspringt und, der epaxonischen Halsmuskulatur dicht anliegend, nach hinten bis zum Niveau des vierten Halswirbels verläuft, wo er an der Spitze der bis hierhin erstreckten Rippe des Atlas (Alligator) oder des Atlas und Epistropheus (Crocodilus acutus) inserirt.

P. posterior (M. sterno-atlanticus) (cst_2). Ziemlich kräftiger und die P. anterior an Länge übertreffender Muskel, welcher der Insertion der P. anterior gegenüber und verwachsen mit dem M. levator scapulae sublimis von der Rippe des 1. Halswirbels entspringt und hierauf als selbstständiger Muskel nach hinten und unten bis zum Sternum geht, wo er am vorderen Saume der Aussenfläche lateral neben dem Episternum inserirt; mitunter, namentlich bei älteren Exemplaren, sowohl von Crocodilus als von Alligator, gehen oberflächliche Fasern in die Brustfascie über [2]).

Zugehörigkeit zu dem M. sterno-mastoideus nicht erkannt und wahrscheinlich der epaxonischen Halsmuskulatur zugerechnet worden.

[1]) Dieses Verhältniss anlangend, weichen die Angaben der Autoren sehr von einander ab. Meckel führt an den Processus transversus II., Buttmann und Rüdinger den Pr. transversus IV., Stannius die Rippe des 2. Wirbels, Haughton bei Crocodilus die Seite des Atlas, bei Alligator den Pr. transversus II. — Ich fand bei allen untersuchten Thieren einen Zusammenhang mit der Rippe des 1. Wirbels, die bis zum Niveau des 4. Halswirbels nach hinten erstreckt war.

[2]) Der Uebergang in die Brustfascie fehlte mit Sicherheit dem jungen Exemplar von Crocodilus acutus, nach dem die Zeichnungen angefertigt wurden; bei älteren Thieren wurde er sowohl von anderen Untersuchern (Meckel, Rüdinger — Beide lassen den Muskel mit dem M. pectoralis zusammenhängen) als von mir gefunden. — Meckel's Angabe, der zu Folge der Muskel auch an

Innervirt durch R. muscularis externus n. vago-accessorii und durch N. thoracicus anterior V. (2[a]); und zwar verzweigt sich der erstere Nerv in der P. anterior, der letztere in der P. posterior.

Der M. sterno-mastoideus der Crocodile entspricht im Allgemeinen dem gleichnamigen Muskel der kionokranen Saurier und Chamäleoniden, unterscheidet sich aber im Speciellen wesentlich von ihm durch die den Crocodilen eigenthümliche Trennung in eine Pars anterior und posterior, welche besondere von einander unabhängige und sogar von ganz verschiedenen Nerven versorgte Muskeln, Mm. atlanti-mastoideus und sterno-atlanticus, repräsentiren. Diese, im Wesentlichen übrigens schon von MECKEL und RÜDINGER richtig erkannte, Trennung ist als eine secundäre Anpassungsbildung aufzufassen, die sich aus der ursprünglichen (als einheitlicher Muskel) wahrscheinlich in Folge der besonderen Entwicklung der ersten Halsrippen herausdifferenzirt hat. Eine stricte Vergleichung mit dem entsprechenden Muskel der Saurier unter vorwiegender Berücksichtigung der Innervirung ergibt eine specielle (aber wegen Verschiedenheit der Insertion und des Ursprungs durchaus nicht complete) Homologie zwischen der P. anterior der Crocodile und dem M. episterno-cleido-mastoideus der kionokranen Saurier, sowie zwischen der P. posterior der ersteren und den vorderen Partien des M. cucullaris der letzteren; die scheinbar ausserordentlich grosse Abweichung erklärt sich genetisch derart, dass der ursprünglich einheitliche Muskel sich mit der excessiv entwickelten Rippe des 1. Halswirbels verband, und darauf einem ungleichmässigen Reductionsprocess anheimfiel, in Folge dessen, der von N. vago-accessorius versorgte Theil an der 1. Rippe Insertion fand (P. anterior), während die vom N. thoracicus anterior V. innervirte Portion von dieser Rippe Ursprung nahm (P. posterior). Dass dieser, übrigens auch bei anderen Muskelsystemen z. B. der ventralen Längsmuskulatur in ähnlicher Weise beobachtete, Differenzirungsvorgang nicht als ein primärer, sondern als ein secundärer zu erklären ist, dafür spricht noch die — nach den abweichenden Angaben der Autoren anzunehmende — metamere Verschiedenheit der Trennung innerhalb derselben Gattung und selbst Art; wäre diese Trennung eine ursprüngliche Eigenthümlichkeit der Crocodile, so würde sie wahrscheinlich auf eine bestimmte Rippe fixirt sein. — Die theilweise Aberration einzelner Fasern an

---

dem inneren Theile des vorderen (!?) Schlüsselbeins inseriren soll, beruht auf einem Irrthum.

die Fascie der Brust theilt der Muskel mit dem entsprechenden der kionokranen Saurier.

2. Dorso-scapularis (Cucullaris) (*cu*).

Cucullaris: Buttmann, Pfeiffer, Stannius, Rüdinger
Dreieckiger oder ungleichseitig viereckiger Muskel (Trapezius): Meckel.
Trapèze, Trapezius: Duméril (Cuvier), Haughton.

Breiter aber dünner Muskel, der aponeurotisch von der Rückenfascie in der Mittellinie des hintern Theiles des Halses und des Anfangs des Rückens entspringt[1]) und mit convergirenden Fasern nach unten geht, wo er theils an der Spina scapulae (dem Ursprunge des M. deltoides scapularis inferior gegenüber) inserirt, theils mit oberflächlichen Fasern, die seinem ersteren Abschnitte angehören in der Fascie endet, welche den M. deltoides scapularis inferior deckt. Vorn ist der Muskel von dem sehr entwickelten M. sphincter colli bedeckt, hinten ist sein Ursprung mit dem des M. latissimus dorsi verwachsen und liegt mit letzterem in derselben Schichte[2]).

---

[1]) Die Ausdehnung des Ursprungs wechselt bei den verschiedenen Arten und selbst Individuen. Bei Crocodilus acutus fand ich eine Ausdehnung vom 4. bis zum 10. (1. Brust-) Wirbel, bei Alligator lucius vom 5. bis zum 10. oder 11. Wirbel. Damit stimmen im Wesentlichen auch die Angaben Rüdinger's und wahrscheinlich auch Buttmann's und Pfeiffer's überein, welche die hintere Grenze des Ursprungs auf den 1. (Rüdinger) und »3. Brustwirbel« (Buttmann und Pfeiffer; beide Autoren rechnen wahrscheinlich die beiden letzten Halswirbel zu den Brustwirbeln) verlegen. Andere (Duméril und Haughton) beschränken den Ursprung nach hinten zu auf die Cervicalgegend. Die vordere Grenze wird von vielen Autoren weiter nach vorn, bis zum vordern Theil des Halses oder bis zum Hinterhaupt, ausgedehnt. Aus den meisten hierauf bezüglichen Beschreibungen, speciell Pfeiffer's und Rüdinger's geht aber hervor, dass als vorderer Theil des M. cucullaris der M. sphincter colli aufgefasst wird; Rüdinger drückt sich in dieser Hinsicht am Bestimmtesten aus, indem er pag. 62 sagt: »Die vordere (Abtheilung) steht mit den Dornfortsätzen der Halswirbel in Zusammenhang, zieht bogenförmig um den Hals nach unten und bildet auf diese Weise den Subcutaneus colli s. Platysma myoides (Latissimus colli), welcher zur Haut des Halses in ähnlicher Beziehung steht, wie das Platysma myoides beim Menschen«. Es bedarf keines besonderen Beweises, einerseits, dass Rüdinger's Subcutaneus colli (= Sphincter colli) gar keine morphologische Verwandtschaft zum M. cucullaris hat, andererseits, dass der Subcutaneus colli (Sphincter colli) der Saurier nicht mit dem des Menschen ohne Weiteres homologisirt werden darf. — Mit der von Rüdinger gemachten Angabe, dass der M. cucullaris von den »Dornfortsätzen« entspringe, kann ich ebenfalls nicht übereinstimmen.

[2]) Diese Beziehung wurde schon von Rüdinger richtig angegeben.

Innervirt durch N. thoracicus anterior VII. (3^a).

Der M. cucullaris der Crocodile entspricht dem gleichnamigen Muskel der kionokranen Saurier und Chamäleoniden und hält im Allgemeinen bezüglich seiner Grösse die Mitte zwischen den Bildungen beider inne. Bemerkenswerth ist die Verbindung oberflächlicher Fasern mit der Achselfascie: die bei den Sauriern bereits angebahnte Beziehung oberflächlicher Fasern der Mm. episterno-cleido-mastoideus und cucullaris zur Fascie zeigt sich hier besonders im Bereiche dorsaler Elemente entwickelt.

3. Collo-scapularis superficialis (Levator scapulae superficialis) (*cssp*).

Levator scapulae, Heber des Schulterblatts: Buttmann, Meckel, Pfeiffer, Stannius.
Acromio-trachélien: Duméril (Cuvier).
Theil des Serratus magnus: Haughton.
Levator anguli scapulae: Rüdinger.

Ansehnlicher Muskel an der Seite des Halses, der mitunter (einzelne Exemplare von Alligator lucius) eine leise Andeutung einer Trennung in einen schwächeren oberen und einen stärkeren unteren Theil zeigt. Er entspringt von den Spitzen der Rippen des 1. und 2. Halswirbels, wo er mit dem M. sterno-atlanticus verwachsen ist, sowie von den Processus transversarii (costales) des 3. und 4. Halswirbels[1]) und geht mit divergirenden Fasern an den ganzen Vorderrand der Scapula[2]).

Innervirt durch Nn. thoracici superiores IV.—VII. (2, 2^b, 3^b, 4).

Der Muskel ist ein Homologon (resp. theilweises Parhomologon) des gleichnamigen der Saurier; die geringen Differenzen hinsichtlich des Ursprungs und der Insertion sind nicht gewichtig genug, um die Vergleichung mit der bei den Sauriern überhaupt recht veränderlichen

---

[1]) Der Ursprung des Muskels scheint bei den einzelnen Individuen mannigfachen Schwankungen unterworfen zu sein; wenigstens machen die Autoren hierüber abweichende Angaben: Buttmann, Pfeiffer, Rüdinger lassen ihn vom 4. Halswirbel, Duméril von dem Processus transversus III. oder von der 1. Halsrippe, Stannius von Rippen vorderer Halswirbel (ohne Angabe der Zahl), Haughton von dem 2. Wirbel an entspringen.

[2]) Eine Insertion am ganzen Vorderrand der Scapula wird auch von der Mehrzahl der Autoren angegeben; nur Buttmann beschreibt eine Insertion an der Basis scapulae und Duméril lässt den Muskel sich an die untere Hälfte des vorderen Randes der Scapula anheften.

entsprechenden Bildung auszuschliessen. Duméril's Deutung als »Acromio-trachélien« (während der M. rhomboideus dem M. levator scapulae homologisirt wird) ist verfehlt: der »Acromio-trachélien« der Säuger gehört im Wesentlichen dem System der Mm. cucullaris und sterno-cleido-mastoideus an und entspricht nicht hinreichend dem M. levator scapulae superficialis der Crocodile, um zu dieser Vergleichung zu berechtigen [1]). Haughton hat mit Recht die Zusammengehörigkeit des Levator und Serratus erkannt, geht aber zu weit, wenn er den ersteren mit dem letzteren zu einem einzigen Muskel verschmilzt.

4. Thoraci-scapularis superficialis (Serratus superficialis) (*thssp*).

Pectoralis minor: Buttmann, Pfeiffer.
Hinterer Theil (Muskel) des inneren grösseren Rückwärtsziehers oder vorderen grossen gezahnten Muskels, Pars posterior m. serrati antici majoris: Meckel, Rüdinger [2]).
Theil des Grand dentelé: Duméril (Cuvier).
Serrati posteriores: Stannius.
Latissimus dorsi scapulo-costalis: Haughton.

Sehr breite und kräftige grösstentheils vom M. latissimus dorsi bedeckte Muskelmasse an der Seitenfläche des Thorax. Sie entspringt mit drei Zacken, welche mit oberflächlichen Fasern direct in den M. obliquus abdominis externus übergehen und mit der Hauptmasse von Rippen kommen. Die erste und schwächste Zacke entspringt von dem unteren Ende der Rippe des 9. (letzten Hals-) Wirbels, die zweite, mittelstarke, Zacke kommt von dem Processus uncinatus der ersten Brustrippe (Rippe des 10. Wirbels) und von der 2. Brustrippe unterhalb des Processus uncinatus derselben, die dritte, stärkste und breiteste, Zacke nimmt ihren Anfang von den Processus uncinati der 2. und 3. Brustrippe [3]). Alle drei Zacken verschmel-

---

[1]) Am ehesten würde der M. sterno-atlanticus der Crocodile zu dem »Acromio-trachélien« der Säugethiere Beziehungen darbieten, die aber höchstens eine sehr incomplete Homologie ausdrücken. Die nähere Ausführung dieser Beziehungen werde ich im Cap. VI. geben.

[2]) Pfeiffer und Rüdinger behaupten, dass Meckel die P. posterior m. serrati antici majoris mit dem kleinen gezahnten Muskel identificire. Meckel's Beschreibung ist allerdings sehr kurz und unzureichend, doch gibt sie mehr Wahrscheinlichkeiten für eine Identificirung mit hinteren Theilen des Serratus.

[3]) Die Angaben der Autoren bezüglich des Ursprungs sind so abweichend (Pfeiffer und Duméril verlegen die hintere Grenze gleich mir auf die 3.,

zen zu einer breiten und homogenen Muskelmasse, die nach vorn und oben an den Hinterrand der Scapula geht, in dessen ganzer Ausdehnung mit Ausnahme des untersten Endes sie inserirt.

Innervirt durch Nn. thoracici superiores VIII. und IX. (7 und 9).

Der M. thoraci-scapularis superficialis entspricht dem gleichnamigen Muskel der Saurier; den Zusammenhang oberflächlicher Fasern mit der Bauchmuskulatur theilt er mit einzelnen kionokranen Sauriern (Scincoiden etc.). Bemerkenswerth ist seine bedeutende Entwicklung, welche die bei den Sauriern, namentlich den Chamaeleoniden, bei Weitem übertrifft. — Die Deutung Buttmann's und Pfeiffer's als Pectoralis minor bedarf keiner Widerlegung; die von Haughton vorgeschlagene Benennung als Latissimus dorsi scapulo-costalis (anschliessend an die Vergleichung mit einem ähnlichen Muskel von Phoca) erscheint mir nicht genügend begründet, um die von der Mehrzahl der Autoren vertretene Vergleichung mit dem M. serratus zu widerlegen; auch den bei Phoca (The Muscular Anatomy of Seal. Proc. Roy. Irish. Academy Vol. IX. pag. 96) von ihm beschriebenen M. latissimus dorsi scapulo-costalis kann ich, trotz seiner eigenthümlichen Entwicklung, nicht von dem System des M. serratus (anticus) abtrennen und zu dem M. latissimus dorsi in nähere Beziehung bringen.

5. Collo-thoraci-suprascapularis profundus (Levator scapulae et Serratus profundus) (*cthspr*)[1].

Serratus anticus major: Buttmann, Pfeiffer.
Vorderer Theil (Muskel) des inneren grösseren Rückwärtsziehers oder vorderen grossen gezahnten Muskels, Pars anterior m. serrati antici majoris: Meckel, Rüdinger.
Theil des Grand dentelé: Duméril (Cuvier).
Serrati anteriores: Stannius.
Theil des Serratus magnus: Haughton.

Stannius auf die 4., Buttmann und Haughton auf die 5. Rippe), dass mit Wahrscheinlichkeit eine Variirung des Ursprungs anzunehmen ist, die vielleicht zu dem mehr oder minder ausgedehnten Zusammenhang mit dem M. obliquus abdominis externus in Correlation steht.

[1]) Die Beschreibungen dieses Muskels von Seiten der früheren Autoren sind einmal so kurz gehalten, dann so wenig von denen der anderen zu diesem Systeme gehörigen Muskeln Mm. levator und serratus superficialis geschieden, dass eine genaue Vergleichung mit der hier gegebenen Darstellung nicht möglich ist.

Sehr ausgedehnte aber dünne Muskelausbreitung, die an der Seite des Halses und Rumpfes liegt, von M. collo-scapularis superficialis, Scapula und M. thoraci-scapularis superficialis bedeckt und in ihrem vordersten und hintersten Theile mit diesen Muskeln verwachsen ist, während sie in der Mitte eine vollkommene Selbstständigkeit besitzt. Sie entspringt in verschiedener Ausdehnung von dem Processus transversus (costalis) des 5. Halswirbels bis zur 1. (Crocodilus acutus) oder 2. Rippe (Alligator lucius), inserirt an der Innenfläche des Suprascapulare mit Ausnahme des vordersten Theils desselben und lässt sich in 2 Schichten, eine oberflächliche und tiefe zerlegen.

Die oberflächliche Schichte (*cthspr*$_{,}$) ist schwach entwickelt und wird repräsentirt durch 2 oder 3 dünne und ziemlich schmale, von einander entfernte Muskelbündel, welche von den Rippen des 8., 9. und 11. (2. Brust-) Wirbels (Alligator lucius) oder von dem Processus transversus (costalis) VII. und der 1. Brustrippe (Crocodilus acutus) ausgehen; in beiden Fällen kommt das hinterste Bündel vom oberen Rande des Processus uncinatus der 2. resp. 1. Brustrippe.

Die tiefe Schichte (*cthspr*$_{,,}$) ist viel ansehnlicher entwickelt und setzt sich zusammen aus einer grösseren Anzahl von Bündeln, welche, mit Ausnahme der mittelsten, auch getrennt entspringen, aber sich in ihrem Verlaufe nach oben zu einer Muskelschichte vereinigen, die am oberen Saume der Innenfläche der Scapula inserirt. Bei Alligator lucius kommen die Bündel von dem 5. bis 10., bei Crocodilus acutus von dem 5. bis 9. Wirbel; die vorderste, von Processus transversus V. entspringende Zacke (Bündel) ist die bei Weitem schwächste, während die übrigen Zacken von vorn und hinten her successive an Breite zunehmen und in den von dem 8. und 9. (Alligator) oder 7. und 8. (Crocodilus) entspringenden Bündeln ihr Maximum erreichen.

Innervirt durch Nn. thoracici superiores VI.—IX. (3^{b}, 4, 7, 9).

Der M. collo-thoraci-suprascapularis profundus der Crocodile ist ein Homologon der gleichnamigen Bildungen der kionokranen Saurier und Chamaeleoniden; er bietet aber, besonders in der ausgedehnten metameren Ausbildung, wie sie namentlich bei Alligator sich findet, eine weit höhere Entwicklungsstufe dar, als sie jenen, besonders den Chamaeleoniden, zukommt. — Von den meisten früheren Anatomen ist der Muskel im Allgemeinen richtig als eine zu den

Mm. levator scapulae und serratus superficialis in naher Beziehung stehende Bildung erkannt worden, doch wurde von den Einen (HAUGHTON) eine zu innige Zusammengehörigkeit mit dem M. levator scapulae superficialis und eine Verschiedenheit von dem M. serratus superficialis betont, von den Anderen (MECKEL, DUMÉRIL, RÜDINGER) eine zu grosse Einheit mit dem M. serratus superficialis angenommen.

6. Rhomboideus (*rh*).

Rhomboidei: BUTTMANN, PFEIFFER, RÜDINGER.
Rautenmuskel, Rhomboideus: MECKEL, STANNIUS, HAUGHTON.
Angulaire de l'omoplate: DUMÉRIL (CUVIER).

Sehr kleiner, ganz selbstständiger Muskel, der nahe der Rückenkante, aber soweit ich untersuchen konnte nicht von ihr selbst[1], mit 2 (Crocodilus acutus, ein Exemplar von Alligator lucius) oder 3 (ein Exemplar von Alligator lucius) deutlichen Bündeln[2] von der den M. longissimus dorsi deckenden Fascie in der Höhe des 8. und 9. Wirbels entspringt und nach kurzem Verlaufe an der Innenfläche des vorderen oberen Winkels des Suprascapulare, vor dem M. collothoraci-suprascapularis profundus, inserirt. Die Bündel des Muskels lassen sich künstlich durch die Fascie hindurch längs der Myokommata des M. sacrospinalis bis zu dem 7. und 8. oder 6. bis 8. Halswirbel verfolgen.

Innervirt durch N. thoracicus superior VII. (7).

Der M. rhomboideus kommt unter den Reptilien allein den Crocodilen zu[3]. Er stellt eine Bildung dar, die nach Lage, Insertion und Innervation mit dem M. rhomboideus des Menschen grosse Uebereinstimmungen zeigt, aber wegen des abweichenden Ursprungs

---

[1] MECKEL und HAUGHTON lassen den M. rhomboideus von den Processus spinosi der 2 ersten Brustwirbel (MECKEL) oder des letzten Cervical- und 1. Dorsalwirbels (HAUGHTON) entspringen. Diese Angaben stimmen weder mit den Untersuchungen anderer Autoren noch mit den meinen überein und bedürfen noch der Bestätigung.

[2] Bei dem einen Exemplar von Alligator ist das erste Bündel viel kleiner als die beiden letzten; bei Crocodilus und dem anderen Exemplar von Alligator sind beide Bündel gleich stark.

[3] Anders lautende Angaben der Autoren, die auch den Sauriern Rhomboidei zuschreiben, sind bereits bei diesen besprochen.

von der Rückenfascie nicht mit diesem direct homologisirt werden kann[1]). Dass der M. rhomboideus der Crocodile, ähnlich wie die gleichgenannten Bildungen der Anuren, dem Systeme der Mm. levatores und serrati superficialis und profundus angehört, bedarf keines eingehenden Beweises: Art der Innervirung, Insertion, metamere Anordnung etc. lassen die Zusammengehörigkeit sofort erkennen. Weniger bestimmt ist der speciellere Hergang seiner Differenzirung aus dem Systeme dieser Muskeln heraus zu entscheiden. Manche Beziehungen, namentlich die Neigung der tieferen Schichte des M. collo-thoraci-suprascapularis profundus einzelner Saurier (besonders der Chamaeleoniden) dorsalwärts zu rücken, sprechen dafür, ihn als einen nach oben gerückten und selbstständig gewordenen Complex von einzelnen tiefen Bündeln dieses Muskels bei den Crocodilen aufzufassen, der ausserdem durch eine mächtige Entwicklung der epaxonischen Muskulatur seinen Ursprung von Knochentheilen (ähnlich wie der M. cucullaris) verloren und eine oberflächlichere Anheftung, an die Rückenfascie, genommen hat. Auf die Möglichkeit, seinen Ursprung künstlich bis zu den Halswirbeln verfolgen zu können, möchte ich wenig Gewicht legen, da nicht zu entscheiden ist, ob die betreffenden Faserzüge Sehnen des M. rhomboideus oder Grenzen der Myokommata des M. sacrospinalis vorstellen. — Eine Vergleichung der einzelnen Bündel mit den Mm. rhomboidei minor und major, welche einzelne Autoren, z. B. Buttmann, befürworten, entbehrt jeder thatsächlichen Grundlage.

7. Costo-coracoideus (*cc*)[2]).

Subclavius et Triangularis sterni und Levator secundae superioris costae: Buttmann.

---

[1]) Ich sehe hierbei ab von den Angaben Meckel's und Haughton's, nach denen allerdings eine nähere Homologie mit dem M. rhomboideus der Säugethiere zu constatiren wäre.

[2]) Ausser dem M. costo-coracoideus zeigt, wie dies bereits von Rüdinger bemerkt worden ist, der M. transversus triangularis) thoracicus (*tra*) gewisse Beziehungen zu dem Coracoid, indem von diesem mit seiner Hauptmasse an der Innenfläche des Sternums endenden Muskel einzelne Fasern auch an die Innenfläche des Sterno-Coracoid-Gelenks und des angrenzenden medialen Saumes des Coracoids gehen. Ob diese Beziehungen auch Buttmann bekannt waren, ist nicht zu entscheiden; die von ihm angewendete Nomenclatur spricht dafür, die Beschreibung der Muskeln, wo die angegebenen Beziehungen nicht erwähnt werden, dagegen.

Subclavius und Triangularis sterni, Subclavius or triangularis sterni muscle: Pfeiffer, Rolleston.
Petit dentelé, Pectoralis minor: Duméril (Cuvier), Stannius, Rüdinger.
Pectoralis II.: Haughton (Crocodile).
Costo-coracoideus: Mivart (Iguana).
Pectoralis (avium)?: Haughton (Alligator).

Breiter ansehnlicher Muskel an der Unterseite der Brust, der sich aus 2 Portionen zusammensetzt, von denen die laterale [1]) von dem Vorderrande der letzten Halsrippe (Rippe des 9. Wirbels) und die mediale [2]) von dem Vorderrande der 1. Sternocostalleiste entspringt [3]). Beide Partien vereinigen sich zu einer homogenen Schichte, die breit am ganzen Hinterrande des Coracoids inserirt [4]). Hinten ist der Muskel durch die Rippe von dem ersten M. intercostalis getrennt, als dessen vorderes, obschon sehr verändertes, Homodynam er sich zeigt.

Innervirt durch Nn. thoracici inferiores (10[a]).

Der M. costo-coracoideus ist von den Autoren bald (Buttmann, Pfeiffer) den menschlichen Mm. subclavius und triangularis sterni, bald (Duméril, Stannius, Rüdinger) dem menschlichen M. pectoralis minor, bald (Haughton) dem M. pectoralis II. der Vögel [5]) verglichen, bald (Mivart) als besonderer M. costo-coracoideus aufgefasst worden. Von diesen Deutungen sind die als M. pectoralis minor und als M. pectoralis II. bereits von Rolleston hinreichend widerlegt worden; Rolleston hat in seiner bedeutsamen Abhandlung

---

[1]) Buttmann's Levator secundae superioris costae.

[2]) Buttmann's Subclavius et Triangularis sterni.

[3]) Die Ursprungsstellen des Muskels werden von den Autoren verschieden angegeben. Einen Ursprung von der letzten Halsrippe und ersten Brustrippe, wie ich ihn fand, beschreiben Buttmann und Stannius, während Duméril und Haughton den Muskel allein von der 1. Sternalrippe, Pfeiffer von der letzten Hals- und ersten Sternalrippe und dem Sternum und Rüdinger von 2 bis 3 Rippen (ohne nähere Bestimmung) entspringen lassen.

[4]) Auch die Insertion betreffend, differiren die früheren Untersucher, indem die Einen (Pfeiffer, Stannius, Haughton) in Uebereinstimmung mit mir den Muskel an dem hinteren Rand des Coracoids enden lassen, während die Andern eine Insertion bald an der Innenfläche des Sternums (Duméril), bald an dieser und dem Sternalrand (Buttmann), bald am medialen Theil des Coracoids (Rüdinger) annehmen.

[5]) In seiner zweiten Veröffentlichung scheint Haughton selbst seine frühere Homologisirung zu bezweifeln.

nachgewiesen, einmal, dass der M. pectoralis minor in dem M. pectoralis (pectoralis major der Autoren) der Crocodile und Vögel enthalten ist, dann, dass der M. pectoralis II. der Vögel dem M. epicoraco-humeralis (supracoracoideus mihi) der Crocodile entspricht, und damit den Beweis für die Nichthomologie des M. costo-coracoideus mit diesen beiden Muskeln geliefert. Seine in dieser Hinsicht vollkommen ausreichende Beweisführung lässt jedoch in anderer Beziehung die positive Aufstellung einer Homologie des M. costo-coracoideus mit entsprechenden menschlichen Bildungen vermissen. Rolleston bringt den Muskel zwar (und dies mit Recht) zu der von Schöpss' (Beschreibung der Flügelmuskeln der Vögel. Meckel's Archiv f. Anatomie und Physiologie 1829 pag. 72) als M. subclavius beschriebenen Muskelbildung der Vögel in Beziehung und nennt ihn auch Subclavius or Triangularis sterni; da er aber im Vorhergehenden bereits den, allerdings nur subjectiv für ihn gültigen, Nachweis geliefert hat, dass der M. subclavius der Säugethiere dem M. epicoraco-humeralis der Crocodile entspricht, so durfte eine Homologie mit dem menschlichen M. subclavius, die jedenfalls durch die angewendete Nomenclatur ausgedrückt wird, von ihm nicht statuirt werden. Anders verhält es sich mit der Homologie mit dem M. triangularis sterni, deren Möglichkeit durch seine frühere Beweisführung wenigstens nicht ausgeschlossen ist. — Da nun aber, wie im Folgenden (bei Besprechung des M. supracoracoideus) betont werden soll, die von Rolleston vorgeschlagene Vergleichung des menschlichen M. subclavius mit dem M. supracoracoideus (epicoraco-humeralis) der Crocodile (allgemein Amphibien und Reptilien) nicht unwiderleglich erscheint, so ist die (natürlich nur incomplete) Homologisirung des M. costo-coracoideus mit dem M. subclavius a priori erlaubt. Dass aber für diese Annahme durch die Untersuchung der Säugethiere (bei denen unzweifelhafte Homologa des M. subclavius bald am Coracoid (resp. Processus coracoideus), bald an der Scapula, bald an der Clavicula inseriren können und deren N. subclavius in nähere Beziehung zu dem N. thoracicus inferior der Saurier und Crocodile gebracht werden kann) eine grosse Anzahl hinreichender Beweismaterialien zu erlangen sind, soll später (Cap. VI.) im Detail ausgeführt werden. — Dass der M. costo-coracoideus der Crocodile zu demselben Systeme gehört wie die bei den Sauriern von N. thoracici inferiores versorgten Mm. sterno-coracoidei interni und sterno-costo-scapularis, bedarf keines weiteren Nachweises, da derselbe bereits von Mivart hinreichend geliefert worden ist. Die Homologie

mit ihnen ist aber durchaus keine complete: M. costo-coracoideus einerseits und Mm. sterno-coracoidei und sternocosto-scapularis anderseits ergänzen sich vielmehr erst zu einer in Wirklichkeit nicht existirenden, sondern nur ideal zu construirenden indifferenten Bildung, aus der durch ungleichmässige Differenzirung (resp. Reducirung) die erwähnten verschiedenartigen Muskeln entstanden sind; mit einiger Wahrscheinlichkeit ist auch zu dieser indifferenten Bildung das Ligamentum sterno-scapulare internum in Beziehung zu bringen. Bemerkenswerth ist übrigens auch eine gewisse Uebereinstimmung seiner Structurverhältnisse mit dem M. testo-coracoideus der Chelonier. — Eine Homologie mit dem M. triangularis sterni kann sofort ausgeschlossen werden: einmal existirt dieser Muskel neben dem M. costo-coracoideus bei den Crocodilen, dann ist der letztere Muskel, als ein aberrativer Abkömmling aus dem Systeme der Mm. intercostales aufzufassen.

8. Pectoralis (*p*).

Pectoralis major, Grosser Brustmuskel: Buttmann, Meckel, Pfeiffer, Stannius, Haughton, Rüdinger, Rolleston.

Sehr ansehnlicher breiter Muskel an der Unterseite der Brust, der hinten von den Mm. rectus abdominis und obliquus abdominis externus begrenzt ist und z. Th. mit ihnen zusammenhängt. Er entspringt von dem ganzen Episternum, von dem ganzen Sternum mit Ausnahme der Medianlinie des hinteren Stückes derselben, von den Sternalenden der 6 ersten Brustrippen, von der ganzen 7. Sternocostalleiste und mitunter (Crocodilus acutus) auch mit einer kleinen lateralen Zacke von der 8. Rippe. Vom Ursprunge ab verlaufen die oberen Fasern quer, die mittleren schräg und die unteren longitudinal nach aussen und vorn, wobei sie stark convergiren, und bilden einen kräftigen homogenen [1]) Muskel, der sich vorn mit dem M. deltoides scapularis inferior verbindet und gemeinsam mit ihm an der Beugefläche des Processus lateralis humeri, dessen distalen Abschnitt einnehmend, inserirt. Bei dem untersuchten Exemplare von Crocodilus acutus zweigt sich hinter der Achselhöhle ein lateraler Zipfel (p_1) von der übrigen Muskelmasse ab und geht in eine dünne Sehne über, die fascienartig an der Medialseite des Oberarms, längs der

[1]) Rüdinger unterscheidet bei Alligator eine vordere und hintere Abtheilung.

Grenze des M. coraco-antebrachialis und des Caput humerale mediale m. anconaei, bis herab zum Condylus medialis humeri erstreckt ist.

Innervirt durch N. pectoralis (19).

Der Muskel entspricht dem M. pectoralis der Saurier und ist somit ein Homologon des M. pectoralis major und minor des Menschen, wie dies bereits von ROLLESTON (speciell für die Vögel) nachgewiesen worden ist[1]. — Das auf die Innenseite des Oberarms erstreckte Bündel ist eine aberrative Bildung, wie sie ähnlich schon bei einzelnen Cheloniern zur Beobachtung kam und auch bei Vögeln und Säugethieren sich häufig wiederfindet.

9. Supracoracoideus (Supracoracoscapularis) (*spcs*).

Deltoideus: BUTTMANN.

Schlüsselbeinhälfte und Theil der Schulterblatthälfte des Hebers des Arms (Deltoides) sowie Obergrätenmuskel: MECKEL.

Theil des Deltoideus: PFEIFFER, HAUGHTON, RÜDINGER[2].

Hebemukeln des Oberarms (No. 1 und No. 3?): STANNIUS[3].

Epicoraco-humeralis (= Pectoralis II. der Vögel = Subclavius der Säugethiere) und Supraspinatus: ROLLESTON[4].

---

[1] ROLLESTON bezeichnet den Muskel in der Tafelerklärung (pag. 626) als Pectoralis major und bemerkt auch, dass ein von der 2. Sternocostalleiste separat entspringendes und z. Th. mit dem Pectoralis minor verschmelzendes Fascikel (*ei*) als entstehender (nascent) Pectoralis minor aufgefasst werden könne. Da nun dieses Bündel bei den von mir untersuchten Crocodilen nicht selbstständig entwickelt, sondern innig mit der übrigen Masse des Pectoralis verbunden war, da ferner ROLLESTON für den Pectoralis der Vögel in lichtvoller Weise eine Zusammensetzung aus Elementen des P. major und minor nachgewiesen hat, so darf behauptet werden, dass die Deutung des M. pectoralis major der Crocodile als M. pectoralis im Wesentlichen bereits von ROLLESTON gegeben worden ist, wenn dies auch von ihm in der Namengebung nicht ausgedrückt wurde.

[2] RÜDINGER unterscheidet mit Recht eine obere (von der Scapula kommende) und eine untere Partie, lässt aber die letztere von dem Schlüsselbein (!) entspringen.

[3] Für No. 3 der Hebemuskeln von STANNIUS kann ich die Identität nicht sicher stellen, da mir die Beschreibung »Ein von dem vorderen und äusseren Fortsatze des Os coracoideum ausgehender (Hebemuskel des Oberarms), der an der Innenseite der Schultertheile und des Bodens der Cavitas glenoidalis zum Humerus tritt« nur z. Th. verständlich ist.

[4] Der M. epicoraco-humeralis s. subclavius ROLLESTON's entspricht der

Ansehnlicher Muskel am vorderen Abschnitte des Coracoids und am unteren der Scapula, der mit seinem kräftigen unteren, im Bereiche des Coracoids befindlichen, Theile direct unter der Haut liegt, während der schwächere obere, von der Scapula seinen Ausgang nehmende, von dem M. deltoides scapularis inferior bedeckt ist.

a) P. coracoidea (inferior) m. supracoracoscapularis (*spc*). Kräftige Partie. Sie entspringt von der ganzen vorderen Hälfte des Coracoids und zwar von der Aussenfläche, dem Vorder- (resp. Medial-) Rande und der Innenfläche desselben, wobei die von der Innenfläche kommenden Fasern sich um den Vorderrand (Medialrand) herumschlagen und die oberflächliche Schichte des Muskels bilden, und geht gemeinsam mit der P. scapularis an den proximalen, wenig entwickelten, Theil des Processus lateralis humeri.

b) P. scapularis (superior) m. supracoracoscapularis (*sps*). Schwächere, von dem M. deltoides scapularis inferior bedeckte Portion. Sie entspringt von der Aussenfläche des unteren Drittels der Scapula hinter der Spina scapulae (Ursprungsstelle des M. deltoides scapularis inferior) und vor dem Ursprung der Mm. anconaeus scapularis lateralis externus und scapulo-humeralis profundus, vereinigt sich mit der P. coracoidea zu einem homogenen Muskel und inserirt am proximalen Theile des Processus lateralis humeri, wobei ihre Fasern mehr proximal liegen, als die der P. coracoidea.

Innervirt durch Aeste des N. supracoracoideus (supracoracoscapularis) (13 + 14).

Der M. supracoracoscapularis ist von der Mehrzahl der Autoren als ein M. deltoides gedeutet worden, eine Deutung, die ohne Weiteres durch die Art der Innervirung ausgeschlossen wird[1]. Erst Rolleston erkannte z. Th. seine Homologie mit den Bildungen anderer Wirbelthiere, indem er ihn dem M. pectoralis II. s. levator humeri der Vögel verglich. Ich stimme mit dieser in jeder Beziehung gleich gründlich und scharfsinnig ausgeführten Deutung vollkommen

---

hier angenommenen P. coracoidea, der M. supraspinatus der P. scapularis M. supracoracoidei.

[1] Am auffallendsten erscheint diese Deutung bei Buttmann, indem dieser ausdrücklich anführt, dass der Deltoides von dem Supra- et Infraspinatus bedeckt sei.

überein. Hingegen bin ich anderer Ansicht bezüglich der Vergleichung des M. epicoraco-humeralis der Crocodile (resp. M. pectoralis II. der Vögel) mit dem M. subclavius der Säugethiere. Diese Homologie sucht ROLLESTON durch eine Anzahl von, Ursprung, Ansatz, Verlauf, Verbindung mit anderen Muskeln und Innervirung berücksichtigenden, Vergleichungspuncten nachzuweisen, deren Wesentlichste ich im Folgenden in übersichtlicher Gruppirung zusammenfasse[1]. Den Ursprung anlangend betont er erstens, dass der M. subclavius von dem 1. Rippenknorpel entspringe, einer Region, in deren Aufbau oder nahe Nachbarschaft das Epicoracoid bei mehreren Säugethieren eingehe[2], zweitens, dass der M. subclavius oder zu ihm gehörige Muskelbildungen bei Mensch und Säugethieren auch von dem Sternum entspringen können. Die Insertion betreffend führt er an, dass der Muskel als menschliche Varietät und als häufige thierische Bildung sich bis zum Processus coracoideus, zum Oberrand der Scapula etc. und sogar zum Acromion erstrecken könne und dass in einem untersuchten Falle (bei Cavia aperia) einzelne von den nach dem Acromion gehenden Fasern derart mit dem M. deltoideus verbunden gewesen seien, dass ein Muskel gebildet worden, der von Sternum und erster Sternocostalleiste[3] sich bis zum

---

[1] Eine detaillirte Anführung dieser Gründe würde eine wörtliche Wiedergabe der Abhandlung ROLLESTON's nöthig machen, wozu hier kein Platz ist. Ich verweise darum bezüglich des Näheren auf die Abhandlung selbst, die übrigens, abgesehen von einzelnen Irrthümern, als ein Muster vergleichend-anatomischer Methode hinsichtlich der Homologisirung der Muskeln anzusehen ist.

[2] Cf. pag. 610: »Arises from the cartilage of the first rib, a region into the constitution or near neighbourhood of which Mr. PARKER has shown the epicoracoid to enter in several mammals.« Bezüglich dieser Angabe ist zu bemerken, dass GEGENBAUR diese sternalen Rudimente des Coracoids bereits 4 Jahre vor PARKER (in den Abhandlungen: Jenaische Zeitschrift f. Medicin und Naturwissenschaften. Bd. I. Leipzig 1864 pag. 192 und Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie. 2. Heft. Schultergürtel der Wirbelthiere. Leipzig 1865 pag. 3) bei Sorex und Mus nachgewiesen hat. — PARKER hat diese, sowie die meisten anderen in diesen Abhandlungen veröffentlichten, Entdeckungen GEGENBAUR's, die im Wesentlichen bereits die wichtigsten Ergebnisse des 3 (resp. 4) Jahre später erschienenen PARKER'schen Buches enthalten, ignorirt, obschon ihm beide Abhandlungen GEGENBAUR's bekannt waren (cf. seine Citate auf pag. 197 und 223 seines Werks).

[3] Lateral vom Ursprunge dieses Muskels lässt ROLLESTON das Epicoracoid mit dem vertebralen Theile der 1. Rippe verbunden sein und bezieht sich auf die PARKER'sche Abbildung (Pl. XXIV. Fig. 6). Das dort als *ecr* (Epicoracoid)

Oberarm erstreckte. Bezüglich des Verlaufs macht er auf die Lage des M. subclavius unter der »Membrana costo-coracoidea« aufmerksam, welche Membran auch für eine bindegewebige Umbildung eines grosszelligen, von Acromion bis zu Praesternum erstreckten, beim Embryo vorkommenden Knorpelbandes angesehen werden könne[1]) und welche eine Grenze für den M. pectoralis minor und den M. subclavius bilde und deshalb in fraglichen Fällen ein wichtiges Unterscheidungsmerkmal beider Muskeln abgebe. Was die Verbindung mit andern Muskeln angeht, so betont er, einmal, dass ähnlich wie bei jungen Crocodilen der M. epicoraco-humeralis mit dem M. omohyoideus verbunden sei, auch der menschliche M. subclavius mit letzterem Muskel zusammenhängen könne[2]), dann, dass mitunter am Ursprunge eine innigere Beziehung des M. epicoraco-humeralis wie des M. subclavius zu dem M. rectus abdominis zur Beobachtung komme. Bezüglich der Innervirung endlich führt er an, dass der N. subclavius des Menschen ebenso wie der N. pectoralis II. der Vögel den beiden vorderen Wurzeln des Plexus brachialis abstamme und gegenüber vom N. respiratorius externus vom Plexus abgehe, während die Nn. pectorales aus distaleren (weiter hinten gelegenen) Stämmen ihren Ursprung nehmen. — Gegen diese Begründungen Rolleston's dürfte Folgendes einzuwenden sein. 1) Bezüglich des Ursprungs des M. subclavius ist zu bemerken, einmal, dass ein auch am Sternum stattfindender Ursprung nicht beweisend ist für die Homologie des M. subclavius der Säuger mit dem M. epicoraco-humeralis der Crocodile und M. pectoralis II. der Vögel, dann, dass ein Ursprung des M. subclavius von dem bei einzelnen Nagern und Insectivoren erhaltenen Sternalrudimente des Coracoids (Epicoracoids) von Rolleston noch nicht nachgewiesen

---

bezeichnete Knorpelkörnchen, dürfte ebenso wenig richtig gedeutet sein, wie das Procoracoid (*per*) genannte mediale Knorpelende der Clavicula. Jedenfalls steht die Annahme einer Verbindung coracoidaler Elemente mit Clavicula und Vertebraltheil der Rippe in grellem Widerspruche zu allen sonstigen bei Wirbelthieren (spec. Säugethieren) bekannten Beziehungen des Coracoids.

[1]) Cf. pag. 610 f.: »The „costocoracoid membrane", which may be taken to represent in fibrous tissue an aborted large-celled cartilaginous band which reached in the embryo from the acromion to the praesternum«. Als Gewährsmann für die Existenz dieses »cartilaginous band« wird Gegenbaur von Parker angegeben. Ich finde in dessen von P. citirtem Werke weder an der bezeichneten Stelle (pag. 15—17) noch sonstwo eine Angabe über ein solches Knorpelband.

[2]) Cf. Wood, Additional Varieties in Human Myology. Proc. Roy. Soc. of London. Vol. XIV. London 1865 pag. 384.

ist. Hinsichtlich des ersten Punctes ist zu erwähnen, dass die Bildung der Säugethiere in erster Reihe mit der entsprechenden der Reptilien, in zweiter Linie erst mit der der Vögel zu vergleichen ist; denn die bezüglichen Muskeln der Letzteren sind erst aus denen der Reptilien abzuleiten. Deshalb ist auch die Ausdehnung des Ursprungs des M. pectoralis II. der Vögel auf das Sternum als eine secundäre (für die Vögel specifische) Differenzirung vergleichend-anatomisch von viel geringerer Bedeutung als der Ursprung von dem Coracoid, der eine den Amphibien, Reptilien und Vögeln gemeinsame Beziehung des M. epicoraco-humeralis ausdrückt. Für die Uebereinstimmung dieses letzteren Ursprungs (vom Coracoid) bei Reptilien, Vögeln und Säugern hat aber Rolleston, wie bereits bemerkt, noch keine sichere Beobachtung angeführt, ebenso wie seine Behauptung, dass das Sternalrudiment des Epicoracoids in den Aufbau der ersten Rippe aufgehe, der thatsächlichen Begründung entbehrt. Und selbst, wenn gefunden werden sollte, dass einzelne Fasern des M. subclavius von diesem Rudimente entspringen, so ist damit noch kein Beweis für die Homologie des Ursprungs der Mm. subclavius und epicoraco-humeralis geliefert: denn der Hauptursprung des ersteren Muskels kommt von der ersten Rippe, zu welcher der M. epicoraco-humeralis der Reptilien gar keine Beziehungen hat; dass aber bei kräftiger Ausbildung des M. subclavius und Vermehrung seiner Elemente über das Niveau der Rippe hinaus auch an einen aberrirenden Ursprung einzelner Bündel von dem Sternalrudimente des Epicoracoids gedacht werden kann, ohne dass deshalb ein Grund zur Homologisirung mit dem M. epicoraco-humeralis der Reptilien vorliegt, bedarf keiner weiteren Ausführung. Unter allen Säugethieren bieten hinsichtlich der Ausbildung des Brustgürtels und Brustbeins die Monotremen die grösste Aehnlichkeit mit den Reptilien (speciell den kionokranen Sauriern) dar. Mit der ansehnlichen Ausbildung eines Coracoids kommt diesen auch ein M. epicoraco-humeralis (supracoracoideus) zu, dessen Homologie mit der gleichnamigen Bildung der Saurier nicht zu bezweifeln ist. Ausser diesem M. epicoraco-humeralis besitzen aber die Monotremen auch deutlich entwickelte und vom M. epicoraco-humeralis weit entfernte Mm. costo-coracoidei, die von 1. Rippe zu Coracoid gehen und nach Ursprung und Insertion, sowie nach Innervirung mit der gleichnamigen Bildung der Crocodile sowie mit dem M. subclavius der übrigen Säugethiere (speciell mit dessen zum Processus coracoideus gehenden Varietäten) verglichen werden müssen. 2) Hinsichtlich der Insertion ist Rolleston beizustimmen, wenn er die Anhef-

tung an der Clavicula nicht für ein wesentliches und constantes Merkmal des M. subclavius der Säugethiere annimmt, sondern auch eine Insertion an Processus coracoideus und Scapula mit dem Begriffe dieses Muskels vereinbar hält; aber diese Behauptung beweist nichts für die Homologie des M. subclavius mit dem M. epicoracohumeralis, sondern gibt vielmehr eine wesentliche Begründung für die Vergleichung des M. costo-coracoideus mit dem M. subclavius. Nur der bei Cavia aperia von ihm gefundene Zusammenhang einzelner Fasern des M. subclavius mit dem M. deltoideus könnte als directer Beweis für ROLLESTON's Behauptung angesehen werden. Dass aber solchem ganz vereinzelten Falle, der überdies durch die vergleichende Untersuchung der Rodentien als eine ganz secundäre Aberrationsbildung und eine ebenso secundäre Vereinigung von zwei ursprünglich ganz entfernten und ganz verschieden innervirten Muskeln[1]) erkannt wird, jede Beweiskraft abzusprechen ist, dürfte nicht zweifelhaft erscheinen. 3) Bezüglich des Verlaufs des M. subclavius der Säugethiere unterhalb der »Membrana costo-coracoidea« ist mir nicht ganz verständlich, wie derselbe zum Beweise für die Homologie der Mm. subclavius und epicoraco-humeralis dienen kann. Wenn »die Membrana costo-coracoidea« PARKER's und ROLLESTON's identisch ist mit der zwischen erster Rippe, Sternum und Clavicula erstreckten und den M. subclavius deckenden Membran (Membrana costoclavicularis), ist der von ROLLESTON angeführten Beziehung derselben als Grenzscheide der Mm. pectoralis minor und subclavius vollkommen beizustimmen, gegen ihre Bedeutung für die Erweisung der Homologie der Mm. subclavius und epicoraco-humeralis jedoch ist Einspruch zu erheben, da diese Membran, wenn sie zur Clavicula in nähere Beziehung gebracht wird, vergleichend-anatomisch nicht verständlich ist, und wenn sie zum Coracoid gestellt wird, den Gegenbeweis gegen die Identität des M. subclavius der Säugethiere mit dem M. epicoraco-humeralis der Reptilien und den directen Beweis für die Homologie des M. subclavius mit dem M. costo-coracoideus der Crocodile und Monotremen liefert. 4) Die Verbindung mit dem M. omohyoideus wurde einmal von mir bei den Crocodilen nicht gefun-

[1]) Dass gerade der M. deltoides der Säugethiere mit den verschiedensten umliegenden Muskeln sich zu einer mehr oder minder homogen erscheinenden Masse vereinigen kann (z. B. dem sogenannten M. masto-humeralis), die aber niemals als eine einheitliche Muskelbildung aufgefasst werden darf, ist eine bekannte Thatsache.

den, wie auch Rolleston dieselbe bei erwachsenen Thieren vermisste, und dann ist die von Wood angegebene Vereinigung dieses Muskels mit dem M. omo-hyoideus von einem ganz anderen Gesichtspuncte aus zu beurtheilen, nämlich als ein Merkmal, welches das Verhältniss des M. subclavius zur ventralen Längsmuskulatur kennzeichnet. Dass Rolleston diesen Muskel mit dem M. rectus abdominis in Zusammenhang bringt, ist zu bestätigen, hingegen kann die von ihm selbst nicht sicher erklärte Beziehung des Fascikel *ei* der Crocodile nicht als Beweis für die Identität der beiden fraglichen Muskeln verwerthet werden. 5) Die Innervirung endlich anlangend, so hat Rolleston nur den Nachweis geliefert, dass weder M. subclavius noch M. epicoraco-humeralis dem M. pectoralis verglichen werden können; eine Homologie der beiden ersten Muskeln hingegen ist nicht erwiesen, namentlich da nicht einmal eine Ausschliessung der die Mm. costo-coracoideus der Crocodile (und sterno-coracoidei interni der Saurier und Vögel) versorgenden Nerven (N. thoracici inferiores mihi) von ihm versucht worden ist. Gerade diese Nerven aber sind mit dem N. subclavius der Säugethiere zu vergleichen, denn sie entspringen in der Regel auch aus den zwei ersten Stämmen des Plexus brachialis[1]) und innerviren Muskeln, die schon nach Ursprung und Ansatz dem M. subclavius zu vergleichen sind. — Ich erkläre mich also aus den angeführten Gründen gegen eine Homologie des M. epicoraco-humeralis der Crocodile mit dem M. subclavius der Säugethiere und bringe ihn als M. supracoracoideus (supracoracoscapularis), als ein Homologon der gleichnamigen Bildung der kionokranen Saurier, zu den vom N. suprascapularis versorgten Mm. supra- und infraspinatus der Säugethiere in nähere Beziehung. In wie fern diese Beziehung auszudehnen oder zu beschränken ist, habe ich bei der Besprechung des M. supracoracoideus der kionokranen Saurier (p. 718) bereits ausgeführt. Ein Vergleich mit dem Muskel der

[1]) Untergeordnete Differenzen bieten einzelne Saurier (z. B. Platydactylus) dar. Dass bei den Crocodilen die Nn. thoracici inferiores ausser von dem zweiten Nervenstamme des Plexus brachialis auch von dem dritten und vierten kommen, beweist nur, dass der M. costo-coracoideus der Crocodile eine viel ausgedehntere metamere Entwicklung als der M. subclavius der Säugethiere besitzt, welcher letztere nur dem vorderen Theile des ersteren entspricht, spricht aber nicht gegen die Homologie der beiden Muskeln. Uebrigens ist gerade auf die Zusammensetzung der Plexus brachiales betreffs der Zahl und der metameren Vertheilung der Wurzeln kein grosses Gewicht zu legen, wie oben (p. 680 f.) auseinandergesetzt worden ist.

Saurier zeigt einmal eine eigenthümliche Ausdehnung des Ursprungs auf die Innenfläche des Coracoids und des unteren Scapularandes, wie sie z. B. in ähnlicher Weise auch bei dem M. acromio-humeralis der Anuren sich findet, dann eine ansehnliche dorsale Entwicklung (P. scapularis m. supracoracoscapularis), die aber den hohen Grad der selbstständigen Ausbildung, wie dieselbe ihn bei den Chamaeleoniden darbietet (M. suprascapularis), nicht erreicht. Dass diese P. scapularis m. supracoracoscapularis der Crocodile sehr nahe Beziehungen zu den Mm. supraspinatus und infraspinatus der Säugethiere zeigt, ihnen aber nicht (wie ROLLESTON will[1]) complet homologisirt werden darf, bedarf nach den bereits bei Besprechung des M. suprascapularis der Chamaeleoniden ausgeführten Gründen keiner weiteren Ausführung. Die Ausdehnung des Ursprungs auf die Innenfläche des Brustgürtels ist zu erklären als eine secundäre Anpassung, die zu der ansehnlichen Entwicklung vorderer Elemente des M. coraco-brachialis in Correlation steht.

10. Coraco-brachialis (brevis) (*cb*)[2].

Theil des grossen Brustmuskels oder Hakenarmmuskel: MECKEL (No. 7).
Coraco-brachialis: PFEIFFER, RÜDINGER, ROLLESTON.[3]
Pectoralis II.: STANNIUS.
Pectoralis minor: HAUGHTON.

Mittelgrosser, vorn von dem M. supracoracoideus und der Sehne des M. coraco-brachialis, hinten direct von dem M. pectoralis bedeckter Muskel, der von der Aussenfläche des Coracoids[3] mit Ausnahme des medialen Saumes und vorderen Abschnittes desselben entspringt und direct über das Schultergelenk hinweg nach der Beugefläche des Humerus verläuft, wo er im Bereiche des proxima-

[1]) ROLLESTON vergleicht diese P. scapularis m. supracoracoscapularis mit dem M. supraspinatus.

[2]) Von BUTTMANN nicht angeführt.

[3]) RÜDINGER lässt den M. coraco-brachialis der Crocodile vom »Schlüsselbein« entspringen und fügt (pag. 73) eine lange Erörterung an, um diesen abweichenden Ursprung zu erklären. Diese Angabe beruht auf der falschen Deutung des bezüglichen Knochens, indem RÜDINGER trotz der Nachweise früherer Autoren und ohne jede Begründung das Coracoid als Schlüsselbein auffasst. Mit der richtigen Deutung des Knochens fällt die Ausnahmestellung der Crocodile und dann ist auch die beigefügte Erörterung überflüssig.

len Drittels desselben (den Humeruskopf abgerechnet, zwischen Processus lateralis und medialis inserirt[1]).

Innervirt durch N. coraco-brachialis (22).

Der M. coraco-brachialis entspricht im Allgemeinen den gleichnamigen Bildungen der kionokranen Saurier und Chamaeleoniden. Eine wesentliche Abweichung von diesen bietet er dar durch das vollkommene Fehlen eines M. coraco-brachialis longus. Ob dieser Mangel als Reduction, oder als primärer Bildungsdefect aufzufassen ist, kann mit Sicherheit nicht entschieden werden; doch spricht die ausserordentliche Entwicklung von an dem hinteren Theile des Coracoids inserirenden Muskelelementen (M. costo-coracoideus), sowie die überhaupt den Crocodilen zukommende Reduction der an dem distalen Theile des Oberarms und dem Vorderarme sich anheftenden Muskeln für die erstere Annahme. Die bei den Chamaeleoniden bereits zum Ausdruck gekommene relative Vorwärtswanderung der Elemente des M. coraco-brachialis (im Vergleich mit den Bildungen der kionokranen Saurier) ist bei den Crocodilen noch deutlicher ausgeprägt und steht mit der eigenthümlichen, in ihrem Ursprunge auf den vordersten Theil des Coracoids beschränkten Ausbildung des M. supracoracoideus (P. coracoidea m. supracoracoscapularis) in Correlation. — Die von Meckel betonte Vergleichung mit Theilen des M. pectoralis major bedarf ebensowenig einer Widerlegung, wie die von Haughton angegebene Deutung als M. pectoralis minor, für welche letztere nicht einmal eine Begründung versucht worden ist. Stannius bringt den Muskel, indem er ihn als Pectoralis II. bezeichnet, zu dem von ihm ebenso benannten Muskel der Vögel[2] in Beziehung und das mit Recht; er irrt aber, wenn er diesen Muskelbildungen die Homologie mit den Mm. coraco-brachiales der Säuger abspricht.

---

[1] Pfeiffer lässt irrthümlich den Muskel über der Sehne des Caput longum m. bicipitis liegen und sich an den scharfen Rand und die untere Fläche der Spina tuberculi majoris ansetzen.

[2] Die von Stannius gebrauchte Bezeichnung Pectoralis II. ist nicht zu verwechseln mit der von den meisten anderen Autoren angewandten Benennung eines ganz anderen Muskels der Vögel (des Pectoralis II. s. Levator humeri s. Supracoracoideus).

11. Coraco-antebrachialis (Biceps) (b_1).

Coracoideus: Buttmann.
Langer Kopf des langen Beugers, Langer Kopf des Biceps: Meckel, Pfeiffer.
Biceps, Biceps humeri, Biceps brachii: Duméril (Cuvier), Haughton (Crocodilus), Rüdinger, Rolleston.
Coraco-radialis: Stannius.
Biceps humeri (coracoidalis): Haughton (Alligator).

Schlanker und ziemlich schwacher Muskel an der Beugeseite des Oberarms. Er entspringt mit ziemlich breiter aber dünner Sehne von der Aussenfläche des Coracoids unmittelbar vor dem M. coraco-brachialis und verläuft dann über diesem Muskel und bedeckt vom M. supracoracoideus nach dem Oberarm, wo er zwischen Processus lateralis und medialis in einen schwachen Muskelbauch übergeht, der medial neben dem M. brachialis inferior liegt und sich am Ende des Oberarms mit diesem Muskel verbindet. Nach der Verbindung gehen beide Muskeln in eine breite Sehne über, die sich alsbald in zwei Zipfel spaltet, welche an den proximalen Enden des Radius und der Ulna inseriren[1]).

Innervirt durch N. coraco-antebrachialis (22_c).

Der M. coraco-antebrachialis (biceps) der Crocodile ist dem der Saurier homolog und zwar zeigt er mit den Formen die grösste Uebereinstimmung, bei denen der proximale Muskelbauch verkümmert und durch einfache Sehne ersetzt ist Iguana, Chamaeleo etc.. Das Verhalten des distalen Abschnittes steht dem bei den kionokranen Sauriern näher als bei den Chamaeleoniden.

12. Humero-antebrachialis inferior (Brachialis inferior) (hai_1).

Caput breve m. bicipitis, kurzer Kopf des langen Beugers, kurzer Kopf des Biceps: Buttmann, Meckel, Pfeiffer.
Brachial interne, Brachialis anticus, Brachialis in-

[1]) Alle Autoren ausser Rüdinger (und Rolleston, der die Insertion nicht erwähnt) führen eine Anheftung lediglich am Radius an. Ich fand, wie Rüdinger, dass der Muskel auch mit der Ulna zusammenhängt; und zwar ist der an die letztere gehende Zipfel schwerer darzustellen als der an dem Radius inserirende, aber von derselben Grösse wie dieser.

ternus: Duméril (Cuvier), Haughton (Crocodilus), Rüdinger.
Erster vom Oberarm ausgehender Beuger: Stannius.
Portion *b* of the Brachiaeus (Brachialis anticus): Haughton (Alligator).

Wenig starker Muskel an dem lateralen Theile der Beugefläche des Oberarms zwischen den Mm. biceps und humero-radialis, mit welchem letzteren er im Anfange seines Verlaufs verwachsen ist. Er entspringt von der Lateralbeugeseite des Humerus von dem distalen Ende des Processus lateralis an[1]) bis herab zum distalen Theile mit Ausnahme der distalen Epiphyse, vereinigt sich am Ende des Oberarms mit dem M. biceps[2]) und inserirt gemeinsam mit ihm mit zwei Sehnenzipfeln an Radius und Ulna[3]).

Innervirt durch N. humero-antebrachialis inferior (24).

Der Muskel ist dem M. brachialis inferior der Saurier homolog. Bemerkenswerth ist seine im proximalen Theile stattfindende Verwachsung mit dem M. humero-radialis. Ihn mit diesem zu dem M. brachiaeus zu vereinen, wie Haughton bei Alligator thut, ist nicht erlaubt: beide Muskeln gehören, nach Innervation, ganz verschiedenen Systemen an und zeigen diese Verwachsung nur als eine ganz secundäre Vereinigung, wie sie die verschiedenartigsten Muskeln mit einander eingehen können.

13. Dorso-humeralis (Latissimus dorsi) (*dh*).

Latissimus dorsi, Breiter Rückenmuskel: Buttmann, Meckel, Pfeiffer, Stannius, Rüdinger.
Latissimus dorsi (humero-dorsalis): Haughton.

Mässig grosser, dünner Muskel, der aponeurotisch von dem Rücken in der Höhe der 4 oder 5 ersten Rückenwirbel entspringt[4]) und mit convergirenden Fasern nach unten und vorn geht, um sich

---

[1]) Buttmann gibt an, dass er zugleich mit M. deltoideus verwachsen sei.

[2]) Einzelne Autoren, wie z. B. Haughton bei Crocodilus, beschreiben eine selbstständige Insertion zwischen Biceps und Humero-radialis (Brachialis externus Haughton's).

[3]) Die Insertion an der Ulna ausser an dem Radius wurde zuerst von Rüdinger richtig angegeben. Buttmann beschreibt auch einen Zusammenhang mit dem M. supinator longus.

[4]) Buttmann gibt einen Ursprung von den Processus spinosi des 2. bis 6. Brustwirbels, Meckel und Pfeiffer von denen des 2. bis 5. Brustwirbels an; Stannius lässt den Muskel von 5 Dornfortsätzen kommen.

mit dem M. teres major, den er deckt, zu vereinigen und gemeinsam mit ihm zwischen Caput scapulare laterale externum und coracoscapulare m. anconaei nach der Streckfläche des Humerus zu verlaufen, wo er, sich zwischen Caput humerale laterale und humerale posticum m. anconaei einsenkend, zwischen Processus lateralis und medialis inserirt[1]. Seine Ursprungsaponeurose ist sowohl mit der Haut[2] als mit der epaxonischen Rückenmuskulatur innig verwachsen, so dass es wenigstens im hinteren Theile nicht gelingt, den Ursprung von Processus spinosi nachzuweisen. Vorn ist der M. latissimus dorsi vom M. cucullaris begrenzt, ohne von ihm bedeckt zu sein. In den von mir untersuchten Exemplaren von Crocodilus acutus zeigte der Muskel eine durch eine seichte Furche angedeutete Trennung in einen grösseren vorderen und kleineren hinteren Theil: diese Scheidung des M. latissimus dorsi war bei einem Exemplare (von dem die Abbildung entnommen ist) derart ausgebildet, dass der grössere vordere Theil sich normaler Weise mit dem M. teres major verband und mit ihm am Humerus inserirte, während der kleinere hintere Abschnitt in die Fascie der Achselhöhle aberrirte.

Innervirt von Nn. latissimus dorsi (34).

Der M. latissimus dorsi der Crocodile ist dem gleichnamigen Muskel der kionokranen Saurier und Chamaeleoniden homolog: von dem der ersteren unterscheidet er sich durch seine schwächere Entwicklung, von dem der letzteren durch seine geringe Selbstständigkeit der Rumpfmuskulatur gegenüber. Zwei Eigenthümlichkeiten zeichnen ihn besonders vor dem der Saurier aus. Die eine, der Anschluss an den M. cucullaris, ohne von diesem bedeckt zu sein, ist von geringerer Bedeutung, da sie weniger durch die Entwicklung des M. latissimus dorsi als durch die Rückbildung des M. cucullaris bedingt wird, die andere, die mehr oder minder entwickelte Scheidung in zwei Theile ist von grösserem Gewicht, da sie eine Differenzirungsrichtung angebahnt zeigt, die bei den Vögeln weiter ausgebildet ist. Aehnlich ist die bei einem Exemplare von Crocodilus acutus beobachtete Aberration des hinteren Theiles in die Achselhöhlenfascie zu beurtheilen; eine derartige weiter entwickelte Aberration bildet bei den

[1] Pfeiffer führt irrthümlich an, dass der Muskel am Tuberculum internum (= Processus medialis) inserire.

[2] Diese Verwachsung hat Haughton verführt, einen Ursprung von den 4 vorderen Dorsalschildern anzugeben.

meisten Vögeln einen Bestandtheil des M. tensor membranae alae posterioris.

14. Dorsalis scapulae (Deltoides scapularis superior) (*dss*.

Teres minor: Buttmann, Rolleston.
Unterer Theil des äusseren Schulterblattmuskels (Untergrätenmuskel): Meckel.
Suprascapularis (Supra- et infraspinatus): Pfeiffer.
Suprascapularis: Stannius.
Infraspinatus: Haughton (Crocodilus), Rüdinger.
Supraspinatus: Haughton (Alligator).

Schlanker, mitunter zweifiederiger[1]), Muskel, der von der vorderen Hälfte der Aussenfläche der Scapula entspringt, wobei er vorn von dem M. levator scapulae superficialis, hinten von dem M. teres major begrenzt ist, und mit nach unten verlaufenden Fasern in eine schlanke Sehne übergeht, die zwischen M. deltoides scapularis inferior und Caput scapulare laterale externum m. anconaei an den Humerus geht, an dessen Lateralseite — am proximalen, wenig entwickelten, Ende des Processus lateralis — sie inserirt.

Innervirt durch N. dorsalis scapulae (posterior) (31).

Der M. dorsalis scapulae der Crocodile entspricht im Allgemeinen dem gleichnamigen Muskel der Saurier. Im Vergleiche zu der bezüglichen Bildung der kionokranen Saurier zeichnet er sich einmal durch eine viel geringere Grössenentwickelung, dann durch eine bedeutendere Selbstständigkeit gegenüber dem M. deltoides scapularis inferior (Homologon des M. deltoides clavicularis s. inferior derselben) aus. Beide Beziehungen bieten auch die Chamaeleoniden dar, aber in geringerem Maasse. Die Reduction der Grösse des M. deltoides scapularis superior steht in Correlation zu der relativ ansehnlichen Entwickelung der P. scapularis m. supracoracoscapularis und namentlich des M. teres major; die grosse Selbstständigkeit wird einerseits documentirt durch die gesonderte Innervirung durch einen Nerven, der von dem zum M. deltoides scapularis inferior gehörigen Nerven durch den M. anconaeus scapularis lateralis externus abgetrennt ist, andererseits durch die ganz separate Insertion, welche proximal vor der des M. deltoides scapularis inferior stattfindet. In der letzteren Beziehung zeigt sich ein Lageverhältniss der Insertionen beider Muskeln in hoher Vollendung, das in

[1]) So bei einem alten Exemplare von Alligator lucius.

geringerem Maasse schon bei Anuren, Cheloniern und Sauriern zur Beobachtung kam. — Von den Deutungen der früheren Untersucher werden diejenigen, welche eine Homologie mit den Mm. supra- und infraspinatus statuiren, ohne Weiteres durch die Innervirung des Muskels widerlegt. Es bleiben sonach, abgesehen von der ganz indifferenten Bezeichnung von STANNIUS, nur die Deutung BUTTMANN's und ROLLESTON's, welche den M. deltoideus scapularis superior mit dem M. teres minor vergleichen. Dass aber keine complete Homologie mit diesem Muskel anzunehmen ist, geht aus früheren Auseinandersetzungen in diesem und den ersten Theilen dieser Abhandlung hervor und wurde auch bereits von ROLLESTON ausgesprochen[1].

15. Deltoides scapularis inferior (*dsi*).

Deltoideus superior (Supra- et infraspinatus): BUTTMANN.
Theil der Schulterhälfte des Hebers des Arms (Deltoides), Theil der oberen (Schulterblatt-) Abtheilung des Deltoideus: MECKEL, RÜDINGER.
Theil des Deltoides: PFEIFFER, HAUGHTON.
Zweiter Hebemuskel des Oberarms: STANNIUS.
Deltoid: ROLLESTON.

Kräftiger Muskel an der Seite der Schulter, der vorn von dem M. cucullaris und unten von der P. coracoidea m. supracoracoscapularis begrenzt ist, während er die P. scapularis des letzteren Muskels bedeckt. Er entspringt von der Spina scapulae, geht mit schwach convergirenden Fasern nach hinten, wobei er sich über die Insertion des M. dorsalis scapulae hinwegzieht und theilweise mit dem M. pectoralis verbindet, und endet breit mit der Hauptmasse an der Aussenfläche des Processus lateralis humeri, während eine Anzahl oberflächlicher Fasern unmittelbar in den M. humero-radialis übergehen[2].

[1] Cf. pag. 622 seiner Abhandlung: »The difficulty, therefore, as to the nomenclature of the muscle, which in Saurians and the monotrematous Echidna has been sometimes called »teres minor« and sometimes »a second part of the deltoid«, may be met by saying that the posterior factor of the »deltoid« is not, in these lower animals, differentiated into a superficially placed »deltoid« and a deeper lynig »teres minor«.

[2] BUTTMANN beschreibt auch einen Zusammenhang mit Fasern des M. brachialis inferior; die Verbindung mit dem M. humero-radialis wird von den meisten Autoren angegeben.

Innervirt durch einen Ast des N. axillaris (33).

Der M. deltoides scapularis inferior der Crocodile ist ein theilweises Homologon der Mm. deltoides scapularis s. superior und clavicularis s. inferior der kionokranen Saurier. Beide Muskeln der letzteren stehen zu einander in naher Beziehung und bieten erst bei den Chamaeleoniden durch Ausbildung ganz getrennter Mm. deltoides scapularis und coraco-sternalis eine vollständige Sonderung von einander dar. Bei den Crocodilen hat sich dieser Sonderungsprocess aus der indifferenten Gesammtanlage (wie sie mehr oder minder deutlich bei den kionokranen Sauriern noch erhalten ist) in anderer Weise vollzogen, derart, dass, in Folge der Reduction der Clavicula und starken Ausbildung des M. supracoracoideus am vorderen Theile des Coracoids, die ventralen Theile des M. deltoides clavicularis reducirt worden sind, während sich die dorsalen Theile dieses Muskel erhalten und sogar weiter entwickelt haben und ausserdem wahrscheinlich mit dem vordersten Theile des M. deltoides scapularis Verbindung eingegangen sind [1]). Dieser Differenzirung entspricht die Ausbildung des M. deltoides scapularis inferior, der in Ermangelung von claviculären Bildungen seinen Ursprung in toto von der Spina scapulae genommen [2]) und durch Reduction von mittleren resp. vorderen [3]) Theilen der (dem M. deltoides scapularis superior der kionokranen Saurier ähnlichen) ursprünglichen Muskelbildung sich ganz von dem M. dorsalis scapulae (der Crocodile) geschieden hat. Dazu tritt noch als eine weitere den Crocodilen eigenthümliche Sonderung beider Muskeln die Innervirung durch einen vom N. dorsalis scapulae gesonderten N. axillaris. Mit dieser Eigenthümlichkeit, die durch die besondere Ausbildung des Caput scapulare laterale externum m. anconaei bedingt ist, ist eine Differenzirung zum Ausdruck gebracht, welche den Amphibien und übrigen Reptilien abgeht, aber sich in ähnlicher Weise bei Vögeln und Säugethieren wiederfindet. — Von Bedeutung ist die Lage der Insertion zu der

[1]) Diese Verbindung kann mit Sicherheit nicht behauptet werden; vielleicht handelt es sich auch um eine blosse dorsale Entwicklung des M. deltoides inferior, ohne dass Elemente des M. deltoides superior in den M. deltoides scapularis inferior der Crocodile aufgenommen worden sind.

[2]) Dass dieses Vicariiren von Clavicula, Scapula (und Coracoid) geschehen kann, ohne dass die Homologien dadurch beeinträchtigt werden, ist schon früher betont worden.

[3]) Letzteres, wenn der M. deltoides scapularis inferior der Crocodile lediglich aus Elementen eines M. deltoides inferior hervorgeht.

des M. dorsalis scapulae, sowie die Verbindung mit dem M. humero-radialis. Die erstere Beziehung hat schon bei Besprechung des ersteren Muskels Erwähnung gefunden, die letztere wird bei Gelegenheit des M. humero-radialis ausführlicher behandelt werden.

17. Scapulo-humeralis profundus[1] (*shpr*).

Teres minor: Pfeiffer.
Erster Teres major: Stannius.
Scapulo-humeralis: Rolleston.

Kleiner Muskel, der von dem Hinterrande des unteren Drittels der Scapula entspringt, wobei er lateral vom Anfange des Caput scapulare laterale externum m. anconaei und medial von dem unteren Insertionsende des M. serratus superficialis, von dem Ursprunge des Caput coraco-scapulare m. anconaei und von dem M. subscapularis begrenzt ist. Er geht der Kapsel dicht aufliegend mit convergirenden Fasern zwischen den Mm. anconaei scapularis lateralis externus und coraco-scapularis, dann zwischen den Mm. anconaei humerales posticus und medialis an den Humerus, an dem er gleich distal von dem Processus medialis neben dem M. subscapularis inserirt, wobei er z. Th. mit dem Anfange des M. anconaeus humeralis medialis verwachsen ist[2].

Innervirt durch N. scapulo-humeralis profundus (36[a]).

Der M. scapulo-humeralis profundus der Crocodile entspricht im Allgemeinen dem gleichnamigen Muskel der kionokranen Saurier und Chamaeleoniden; der Bildung bei letzteren steht er näher durch den Ursprung vom Hinterrand der Scapula; bezüglich der Grösse nimmt er die Mitte ein zwischen den Mm. scapulo-humerales profundi der ersteren und letzteren. Eine bemerkenswerthe Abweichung bietet er dar durch seine besonderen Lageverhältnisse zu dem M. anconaeus. Diese Abweichung ist weniger Folge einer besonderen Ausbildung des M. scapulo-humeralis profundus, als vielmehr abhängig von der den Crocodilen eigenthümlichen Differenzirung des M. anconaeus, die

---

[1] Von Buttmann und Haughton nicht angeführt; von Rüdinger bei den Alligatoren ganz geleugnet. Meckel beschreibt eine vordere kleinere Hälfte des Unterschulterblattmuskels, die vielleicht mit dem M. scapulo-humeralis profundus identisch ist.

[2] Bei einem Exemplar war er auch durch eine schwache Sehne mit dem M. anconaeus humeralis posticus verbunden.

auf der Ausbildung eines besonderen Caput scapulare laterale externum, auf der Concretion ursprünglich differenterer Bildungen zu einem Caput coraco-scapulare und auf der complicirteren Entwicklung der Cc. humeralia beruht. Durch diese Differenzirungen ist dem M. scapulo-humeralis profundus der Crocodile eine mehr mediale Lage und eine nähere Beziehung zu dem M. subscapularis angewiesen worden, als seinem Homologon bei den Sauriern zukommt [1]).

17. Teres major (*tmaj*).

Teres major: Buttmann, Pfeiffer, Haughton, Rüdinger, Rolleston.
Grosser runder Muskel oder kleiner Rückwärtszieher des Oberarmbeins: Meckel.
Zweiter Teres major: Stannius.

Schlanker, dem M. dorsalis scapulae im Wesentlichen gleichgrosser und gleichgebildeter Muskel, der von der hinteren Hälfte des oberen Abschnittes der Aussenfläche der Scapula (excl. Suprascapulare) entspringt, wobei er vorn von dem M. dorsalis scapulae, hinten von dem M. serratus superficialis begrenzt und nahezu in seiner ganzen Totalität von dem M. latissimus dorsi bedeckt ist. Mit convergirenden Fasern geht er nach unten zwischen Caput scapulare laterale externum und coraco-scapulare m. anconaei und vereinigt sich hier mit dem M. latissimus dorsi zu einer kräftigen Endsehne, die in der Höhe der Processus des Humerus an der Streckfläche desselben zwischen M. anconaeus humeralis posticus und lateralis inserirt.

Innervirt durch N. teres major (29 b).

Der M. teres major entspricht dem gleichnamigen Muskel einzelner kionokranen Saurier. Bemerkenswerth ist seine relativ bedeutendere Entwicklung im Vergleiche zu der bei den kionokranen Sauriern, sowie seine abweichende Lage zu den Theilen des M. anconaeus, die aus der besonderen Differenzirung dieses Muskels bei den Crocodilen zu erklären ist.

---

[1]) Durch diese Beziehung ist wahrscheinlich Stannius veranlasst worden, den Muskel als Teres major aufzufassen.

18. Subscapularis (*sbsc*).

Subscapularis, Unterschulterblattmuskel[1]: Buttmann, Meckel, Pfeiffer, Stannius, Haughton, Rüdinger.

Mittelgrosser Muskel, der lediglich von der Innenfläche der Scapula mit Ausnahme des Knorpeltheils (Suprascapulare) entspringt[2], und, an seiner Innenseite bedeckt von dem Anfange des Caput coraco-scapulare m. anconaei, mit convergirenden Fasern direct über die Schultergelenkkapsel hinweg zu dem Processus medialis humeri geht, wo er proximal von der Insertion des M. scapulo-humeralis profundus und dem Ursprunge des M. anconaeus humeralis medialis[3] sich anheftet.

Innervirt durch N. subscapularis (29).

Der M. subscapularis der Crocodile entspricht der P. scapularis m. subcoracoscapularis der kionokranen Saurier und Chamaeleoniden.

19. Anconaeus (*a*)[4].

a) *C. scapulare laterale externum m. anconaei:*

Brevi proximum caput m. tricipitis: Buttmann.
Gewöhnlicher (äusserer) langer Kopf des dreiköpfigen Streckers: Meckel

[1] Meckel unterscheidet zwei Hälften, von denen vielleicht blos die hintere dem M. subscapularis entspricht.

[2] Ein Ursprung besonders von dem knorpeligen Theile der Scapula (Suprascapulare), wie ihn Pfeiffer angibt, existirt bestimmt nicht, und kann auch gar nicht existiren, da die Mm. levator scapulae et serratus profundus und rhomboidei hier inseriren. Auch kann ich den von Haughton beschriebenen Ursprung von dem vorderen Rand der Scapula nicht bestätigen.

[3] Mit diesem Muskel hängt er auch zuweilen zusammen, wie dies bereits von Stannius angegeben wird.

[4] Die von Rüdinger, gemeinschaftlich für Alligator lucius, Lacerta, Stellio vulgaris und Phrynosoma cornutum gegebene Beschreibung des M. anconaeus konnte ich so wenig mit den von mir und den Autoren (speciell Buttmann, Meckel, Duméril, Stannius und Haughton) gefundenen Verhältnissen vereinen, dass eine Einreihung in die aufgestellte Nomenclatur unmöglich war. Der allgemeinen Beschreibung fügt Rüdinger (pag. 104) noch folgende bei: »Bei Alligator cynocephalus geht ein plattes, ansehnliches Bündel von dem zum Schulterblatt gelangenden Kopfe in die Achselhöhle hinein und verhält sich zum Schlüsselbein, welches ja bei dem Crocodil das Os coracoideum darstellt, ebenso,

Portion scapulaire externe du triceps-brachial: Duméril (Cuvier).
Erster langer Kopf des Triceps: Pfeiffer.
(Zweiter) abducirender vom Schultergerüst entstehender Kopf des Streckmuskels des Vorderarms: Stannius.
Triceps No. 1: Haughton (Crocodile).
Triceps longus: Haughton (Alligator).

b) *C. coraco-scapulare m. anconaei:*

Externum caput m. tricipitis: Buttmann.
Innerer langer Kopf des dreiköpfigen Streckers: Meckel.
Portion scapulaire interne du triceps brachial: Duméril (Cuvier).
Zweiter langer Kopf des Triceps: Pfeiffer.
(Erster) abducirender vom Schultergerüst entstehender Kopf des Streckmuskels des Vorderarms: Stannius.
Triceps No. 2: Haughton (Crocodile).
Triceps longus secundus (accessorius): Haughton (Alligator).

c) *C. humerale laterale m. anconaei*[1]):

Brevius caput m. brachiei interni: Buttmann.
(Aeusserer) kurzer Kopf des dreiköpfigen Streckers: Meckel.
Portion humérale externe du triceps-brachial: Duméril.
Aeusserer vom Humerus ausgehender Kopf des Streckmuskels des Vorderarms: Stannius.
Theil des Triceps No. 3: Haughton (Crocodile).
Triceps externus: Haughton (Alligator).

d) *C. humerale posticum m. anconaei:*

Longissimum caput m. brachiei interni: Buttmann.
Theil des (inneren) kurzen Kopfes des dreiköpfigen Streckers: Meckel.
Theil der Portion humérale interne du triceps-brachial: Duméril.

---

wie bei den anderen Sauriern. Bei Alligator lucius bleibt der in der Achselhöhle emporsteigende Schenkel einfach«. Auch diesen Angaben entsprechen meine Beobachtungen nur zum kleinen Theil.

[1]) Von den Autoren unterscheiden nur Buttmann und Stannius, wie ich, drei humerale Köpfe; Meckel, Duméril und Haughton (bei Alligator) nehmen zwei, Haughton bei Crocodilus nur einen an.

(Mittlerer) vom Humerus ausgehender Kopf des Streckmuskels des Vorderarms: Stannius.
Theil des Triceps No. 3: Haughton (Crocodile).
Theil des Triceps internus: Haughton (Alligator).

e) *C. humerale mediale m. anconaei:*

Longius caput m. brachiei interni: Buttmann.
Theil des (inneren) kurzen Kopfes des dreiköpfigen Streckers: Meckel.
Theil der Portion humérale interne du triceps-brachial: Duméril.
(Innerer) vom Humerus ausgehender Kopf des Streckmuskels des Vorderarms: Stannius.
Theil des Triceps No. 3: Haughton (Crocodile).
Theil des Triceps internus: Haughton (Alligator).

Sehr mächtige Muskelmasse an der Streckseite des Oberarms, die sich aus zwei Schichten zusammensetzt, von denen die oberflächliche, von dem Brustgürtel kommende, aus 2 Köpfen, Caput scapulare laterale externum und Caput coraco-scapulare besteht, während die tiefere, von dem Humerus ihren Ausgang nehmende, aus 3 Köpfen, Caput humerale laterale, Caput humerale posticum und Caput humerale mediale gebildet ist.

a) Caput scapulare laterale externum m. anconaei (M. anconaeus scapularis lateralis externus) (*asl*). Kräftiger Kopf. Er entspringt sehnig von dem hinteren Rande der Scapula gleich oberhalb der Gelenkhöhle und unterhalb des Ursprungs des M. scapulo-humeralis profundus, verläuft zwischen letzterem Muskel und dem M. dorsalis scapulae nach hinten und geht in einen Muskelbauch über, der durch den M. scapulo-humeralis profundus und die vereinigten Mm. latissimus dorsi und teres major von dem Caput coraco-scapulare geschieden ist. Gleich hinter dem hinteren Rande der beiden letzteren steht er durch eine kräftige Sehne mit dem Caput coraco-scapulare in Verbindung; die vollkommene Vereinigung mit diesem findet aber erst am Anfange der distalen Hälfte des Oberarms statt, während die mit dem Caput humerale laterale schon am Ende der proximalen Hälfte des Oberarms sich vollzogen hatte. Das Caput scapulare laterale externum trennt den unter ihm verlaufenden N. axillaris von dem hinter und über ihm sich hinziehenden N. dorsalis scapulae.

b) Caput coraco-scapulare m. anconaei (M. anconaeus coraco-scapularis) (*acs*). Ziemlich ansehnlicher Kopf. Er

entspringt mit zwei vollkommen getrennten und von einander entfernten Sehnenzipfeln, von denen der obere schmälere an dem Hinterrande der Scapula gleich über dem obersten Theile des Ursprungs des M. scapulo-humeralis profundus und innen von dem untersten Theile der Insertion des M. serratus superficialis kommt, während der untere breitere von dem Hinterrande des Coracoids, gleich medial neben der Insertion des M. costo-coracoideus seinen Ausgang nimmt. Beide Zipfel vereinigen sich zu einer breiteren, die Mm. subscapularis und scapulo-humeralis profundus innen deckenden Sehne, die gleich hinter dem Processus medialis humeri in einen Muskelbauch übergeht, welcher sich in der oben angegebenen Weise zu dem Caput scapulare laterale externum verhält und sich mit ihm vereinigt. Die Verbindung mit dem Caput humerale mediale findet erst am Ende des Oberarms statt.

c) Caput humerale laterale m. anconaei (M. anconaeus humeralis lateralis) (*ahl*). Mässig grosser Kopf. Er entspringt von dem lateralen Theile der Streckfläche des Humerus dorsal von dem Processus lateralis (der Insertionsstelle des M. deltoideus scapularis inferior) und den Ursprüngen der Mm. humero-radialis und brachialis inferior bis herab zur distalen Epiphyse. Mit dem Caput scapulare laterale externum vereinigt er sich am Ende der proximalen Hälfte des Oberarms, mit dem Caput humerale posticum, von dem er anfangs durch die Endsehne der vereinigten Mm. latissimus dorsi und teres major geschieden ist, erst am Anfange des distalen Drittels des Oberarms.

d) Caput humerale posticum m. anconaei (M. anconaeus humeralis posticus) (*ahp*). Ziemlich schwacher Kopf. Er entspringt von der Mitte der Streckfläche des Humerus zwischen Caput humerale laterale und mediale, am Anfange von ersterem durch die vereinigte Endsehne der Mm. latissimus dorsi und teres major, von letzterem durch das insertive Ende des M. scapulo-humeralis profundus getrennt, und vereinigt sich noch im Bereiche der proximalen Hälfte mit dem Caput humerale mediale. Erst am letzten Drittel des Oberarms geschieht die Verbindung mit Caput humerale laterale und darauf mit Caput coracoscapulare.

e) Caput humerale mediale m. anconaei (M. anconaeus humeralis medialis) (*ahm*). Mittelstarker Kopf. Er entspringt von dem medialen Theile der Streckfläche des Humerus,

wobei sein Ursprung gleich am Ende des Processus medialis beginnt, wo er auch mit dem M. scapulo-humeralis profundus verbunden ist. Am Ende des proximalen Drittels des Oberarms vereinigt er sich mit dem Caput humerale posticum, von welchem er anfangs durch den M. scapulo-humeralis profundus geschieden war, und geht hierauf die übrigen schon oben angegebenen Vereinigungen ein.

Die durch Verbindung sämmtlicher Köpfe entstandene Muskelmasse geht in eine breite und theilweise verdickte Endsehne über, die am proximalen Abschnitte der Ulna inserirt.

Innervirt durch Rr. musculares n. brachialis longi superioris (radialis) (36).

Der M. anconaeus entspricht in toto dem gleichnamigen Muskel der Saurier, unterscheidet sich aber in seiner Zusammensetzung sehr wesentlich von ihm. Diese Differenz ist um so wichtiger, weil sie auch relative Veränderungen anderer nicht direct zum M. anconaeus gehöriger Theile, z. B. der Nn. dorsalis scapulae und axillaris etc., bedingt. Was den vom Schultergürtel entspringenden Theil des Muskels, C. scapulare laterale externum und coraco-scapulare, angeht, so ist eine ganz allgemeine Homologie mit den entsprechenden Bildungen der kionokranen Saurier[1], mit dem C. scapulare laterale und C. coracoideum derselben, nicht zu verkennen; eine directe Vergleichung beider Theile ist hingegen verboten. Es zeigt sich, dass das Caput coraco-scapulare der Crocodile Homologe von Elementen sowohl des Caput coracoideum, als des Caput scapulare laterale der kionokranen Saurier in sich enthält, während das Caput scapulare laterale externum der Crocodile zum Theil auch Elementen des Caput scapulare laterale der Saurier entspricht, zum Theil aber mit keiner Bildung der letzteren vergleichbar ist. Die wesentlichste Eigenthümlichkeit dieses Caput scapulare laterale externum der Crocodile, das sofort durch seine Lage zu M. scapulo-humeralis profundus und N. axillaris als eine besondere Bildung erkannt wird, liegt in einer stark ausgeprägten Entwicklungsrichtung nach aussen[2]. Aus dieser ist auch die Bildung des N. axillaris

---

[1]) Von den verkümmerten Bildungen der Chamaeleoniden, die sich übrigens, wie oben gezeigt worden ist, leicht auf die der kionokranen Saurier zurückführen lassen, sehe ich hier ganz ab.

[2]) Daher ist auch der Name M. anconaeus scapularis lateralis externus gewählt worden.

vielleicht in folgender Weise zu erklären [1]. Durch die nach aussen fortschreitende Neubildung von Muskelelementen kam das ursprünglich (bei den Vorfahren der Crocodile, welche in dieser Hinsicht den noch lebenden Repräsentanten der Saurier sich ähnlich verhielten) im proximalen Bereiche des N. dorsalis scapulae liegende Caput scapulare humerale nach aussen in den distaleren Bereich der Endäste dieses Nerven. Damit ging Hand in Hand eine metamerische Umbildung des Plexus brachialis [2], welche sich speciell für den N. dorsalis scapulae in der Rückbildung der proximaleren und in der Neubildung der distaleren Nervenelemente desselben vollzog. Da aber inzwischen durch die Umbildung des M. anconaeus scapularis lateralis eine bedeutende Aenderung der Wegstrecke vom proximalen Nervenbereiche bis zum Muskelbereiche herausgebildet worden war, so trat der Fall ein, dass einzelne neugebildete Nervenelemente, anstatt der alten (einen bedeutenden Umweg involvirenden) Bahn zu folgen, die neue welche einen kürzeren Weg darbot einschlugen: so gelangten die neugebildeten Nerven für den M. deltoides scapularis inferior nicht mittelst des grossen Umwegs oberhalb des M. anconaeus scapularis externus sondern auf der geraderen und kürzeren unter diesem Muskel liegenden Bahn zu ihrem Verbreitungsbezirke. Natürlich ist diese Umbildung der Muskel- und Nervenelemente und die Aenderung der von ihnen durchlaufenen Bahnen nur als ein ganz allmälig vor sich gehender Process aufzufassen. — Die vom Humerus kommende Schicht des M. anconaeus bietet eine Ausbildung von drei Köpfen, Cc. humeralia laterale, posticum und mediale, dar, wie sie bei den Sauriern sehr unvollkommen (oder gar nicht) differenzirt, bei den Crocodilen hingegen zu relativ hoher Selbstständigkeit entwickelt sind.

[1] Die ganze folgende Auseinandersetzung beansprucht natürlich nicht mehr als den Werth einer Hypothese. Ein sicherer Beweis für diese in paläontologischer Zeit stattgefundenen Veränderungen der Weichtheile lässt sich überhaupt nicht geben.

[2] Die relativ bedeutendere metamerische Umbildung des Plexus brachialis der Crocodile gegenüber dem der Saurier ist direct nachweisbar und somit sind auch ähnliche Beziehungen zwischen Nachkommen und Vorfahren (der Crocodile) mit grösster Wahrscheinlichkeit anzunehmen. — Die Entstehung des N. axillaris lässt sich übrigens auch erklären durch Annahme einer einfachen Spaltung der den Hauptstamm bildenden Nervenbündel, indem sich zwischen zwei Nervenbündelgruppen neugebildete Elemente des Caput scapulare laterale externum einschoben. Eine Abschätzung der Wahrscheinlichkeiten für diese und für die im Texte entwickelte Hypothese ist z. Z. nicht zu geben.

20. Humero-radialis (*hr*) [1].

Caput longum m. bicipitis: Buttmann.
Eigener kurzer Beuger: Meckel.
(Zweiter) vom Oberarm ausgehender Beuger: Stannius.
Brachialis externus: Haughton (Crocodile).
Portion a. of the Brachiaeus (Brachialis externus): Haughton (Alligator).

Mässig starker Muskel an der Aussenseite des Oberarms, der zwischen M. brachialis inferior und Caput humerale laterale m. anconaei liegt und mit Beiden am Anfange verwachsen ist. Er entspringt mit seiner tieferen Hauptmasse von der Aussenfläche des Humerus im Bereich des dritten Siebentels derselben, gleich distal von dem Processus lateralis humeri, während die oberflächliche Schichte, namentlich die oberen Fasern derselben unmittelbar aus dem M. deltoides scapularis inferior hervorgeht und somit Ursprung von der Scapula nimmt [2]. In der Mitte des Oberarms wird er ganz selbstständig von den Mm. brachialis inferior und anconaeus humeralis lateralis und geht hierauf in eine schlanke und kräftige rundliche Sehne über, die durch eine besondere vom Humerus zu dem M. brachio-radialis erstreckte Sehnenschlinge nach dem Radius verläuft, an dessen Aussenseite, am Ende des proximalen Drittels desselben, sie inserirt [3].

Innervirt durch einen Zweig des N. axillaris (N. humero-radialis (32[a])).

Die vergleichend-anatomische Bedeutung dieses eigenthümlichen Muskels ist von allen früheren Untersuchern verkannt worden. Er hat zwar in seiner Lage die nächsten Beziehungen zu dem M. brachialis inferior oder dem M. anconaeus, gehört aber, wie seine Innervirung erkennen lässt, einem ganz andern Systeme, dem Sy-

---

[1] Von Duméril und Pfeiffer nicht erwähnt. Rüdinger beschreibt ihn an zwei Stellen (pag. 98. »Nach Meckel's Angabe« etc. und pag. 105: »Nur erhebt sich« etc.), ohne ihn aber selbstständig zu benennen.

[2] Diese Beziehungen zu dem M. deltoides scapularis inferior wurden bereits von Buttmann beschrieben.

[3] Buttmann gibt auch einen Uebergang von Fasern in den M. supinator longus an. Diese Angabe, die übrigens von Keinem der späteren Untersucher gestützt wird, beruht jedenfalls auf einem Irrthume, der in Folge ungenügender Trennung der Sehnenschlinge von der Endsehne des M. humero-radialis entstanden ist.

steme des vom N. axillaris versorgten M. deltoides scapularis inferior an. Er ist als eine aberrative Bildung dieses Muskels zu erklären, welche Insertion am Vorderarm genommen hat, während die ursprünglichen Beziehungen zu dem M. deltoides nur z. Th., in dem unmittelbaren Zusammenhange der oberflächlichen Theile, gewahrt sind; die tiefere Hauptmasse bietet ausserdem noch einen aberrativen Ursprung vom Humerus dar. So auffallend diese Umwandlung der Elemente des M. deltoides erscheint, so steht sie doch nicht unvermittelt, nicht ohne Analogien da. Die Untersuchung der Anuren ergab, dass der M. acromio-humeralis derselben (das Homologon des M. deltoides scapularis inferior der Crocodile) in verschiedener Weise an der ganzen Länge des Humerus bis herab zum distalen Ende desselben sich anheften kann; bei Dactylethra wurde sogar eine Insertion einzelner Bündel am Anfange des Vorderarms beobachtet [1]). Mit diesem Verhalten, das ich bereits früher betonte, ist die Uebereinstimmung der Insertion der bezüglichen Bildung von Dactylethra mit der des M. humero-radialis der Crocodile gegeben. Sehen wir aber sogar ab von diesem Falle, dessen Beweiskräftigkeit wegen der geringen Verwandtschaft von Dactylethra und Crocodilus vielleicht nicht mit Unrecht bezweifelt werden kann, und suchen wir unter den näheren Verwandten der Crocodile. Dieselben finden sich, abgesehen von den übrigen Reptilien (denen ein M. humero-radialis abgeht), in der Classe der Vögel. Bei diesen aber bietet der M. deltoides Aberrationen der Insertion dar, welche die bei den Crocodilen beobachtete bei weitem übertreffen. Mächtige abgelöste Fascikel dieses Muskels gehen bei den Vögeln in den M. tensor membranae alae anterioris ein und gewinnen damit Beziehung, nicht allein — und zwar ganz ähnlich wie bei den Crocodilen — zu dem Vorderarm, sondern sogar zu der Hand. — Es sind somit in dem M. humero-radialis der Crocodile die ersten Entwickelungsstadien einer Aberrations-Differenzirung des M. deltoides zum Ausdruck gebracht, welche bei den Vögeln sich in der höchsten Ausbildung zeigt. Der theilweise von dem Humerus stattfindende Ursprung ist eine specifische Differenzirung der Crocodile.

[1]) Vergleiche den 2. Theil dieser Abhandlung (Jenaische Zeitschrift f. Naturwissenschaften. VIII. Band pag. 213 f.).

Erklärung der Abbildungen.

Auf allen Tafeln ist die rechte Seite der betreffenden Thiere abgebildet[1]).

Die Knochen sind durch grosse lateinische Buchstaben, die Aeste der Kopfnerven durch kleine griechische Buchstaben, die Hauptstämme der Spinalnerven durch römische Zahlen, deren Aeste durch arabische Zahlen, die Muskeln durch kleine lateinische Buchstaben bezeichnet.

Ein mattrother Ueberdruck unterscheidet die Schultermuskeln von den andern Theilen, die Ursprünge und Insertionen sind intensiv roth angegeben.

Auf den Abbildungen der Plexus brachiales sind die Nn. brachiales superiores und thoracici inferiores sowie anteriores weiss, die Nn. brachiales superiores grau, die Nn. thoracici superiores schwarz dargestellt. Die Plexus brachiales sind zugleich (wie auf den früheren Tafeln) der Uebersichtlichkeit wegen nicht vollkommen in ihrer natürlichen Lage, sondern in einer Lage abgebildet, wo die ventralen Theile des Brustgürtels mit ihren Weichtheilen eine Zerrung lateralwärts erlitten haben. Danach sind die in Wirklichkeit medialwärts gerichteten Nerven (z. B. N. supracoracoideus, thoracicus inferior etc.) mit ihren distalen Theilen in eine grössere Entfernung von der Ursprungsstelle der Nerven gekommen, als sonst die Horizontalprojection ergeben würde. Ebenfalls der Uebersichtlichkeit wegen sind alle Elemente sympathischer Nerven auf den Abbildungen weggelassen worden.

Für alle Figuren der Tafeln gültige Bezeichnungen:

A. Knochen und Bänder.

S Scapula
SS Suprascapulare.
A Processus clavicularis s. Acromion (kionokrane Saurier).
SpS Spina scapulae (Crocodile).
C Coracoid.
Pc Procoracoid.
PPc Processus procoracoideus (Crocodile).
Ec Epicoracoid.
FC Foramen coracoideum.

---

[1]) Nur von Chamaeleo ist (behufs Ersparniss des Raums) der Plexus brachialis der linken Seite abgebildet (Fig. 61).

Fe Ca Fenestra coracoidea anterior.
Fe Cp Fenestra coracoidea posterior.
Fe CS Fenestra coraco-scapularis.
St Sternum.
Sta Vorderer Theil des Sternum.
Stp Hinterer Theil des Sternum.
Cl Clavicula.
Est Episternum.
MSE Membrana sterno-episternalis.
MEC Membrana episterno-coracoidea.
H Humerus.
I L Processus lateralis humeri.
PM Processus medialis humeri.
CR Condylus radialis s. lateralis humeri.
Cr L Crista epicondyloidea lateralis humeri.
CU Condylus ulnaris s. medialis humeri.
EU Epicondylus ulnaris humeri.
R Radius.
U Ulna.
Hy Os hyoideum.
V_5, V_6 etc. 5., 6. Wirbel etc.
C_I Costa thoracica I.
Pu, Processus uncinatus der 1. Rippe.

B. Nerven:

1. Kopfnerven:

$\tau\varrho$ Aeste des N. trigeminus.
ε R. intestinalis n. vago-accessorii.
α R. accessorius externus n. vago-accessorii.
υ Aeste des N. hypoglossus.

2. Spinalnerven:

III.—XI. Ventrale Aeste der Nn. spinales III.—XI.
VII. (*I.*) Ventraler Ast des spinalis VII. s. dorsalis I. (Chamaeleo).
XI. (*I.*) Ventraler Ast des N. spinalis XI. s. dorsalis I. (Crocodilus).

1[a] N. thoracicus anterior III. (typische kionokrane Saurier).
2 N. thoracicus superior III. (Uromastix).
N. thoracicus superior IV. (Crocodilus).
2[a] N. thoracicus anterior IV. (Uromastix) oder V. (Crocodilus).
2[b] N. thoracicus superior IV. (Uromastix) oder V. (Crocodilus).
3 Zweig des N. spinalis V. für die ventrale Muskulatur (typische kionokrane Saurier, Pseudopus, Chamaeleo).
3[a] N. thoracicus anterior V. (typische kionokrane Saurier) oder III. (Chamaeleo) oder VII. (Crocodilus).
3[b] N. thoracicus superior VI. (Crocodilus).
4 N. thoracicus superior V. (typische kionokrane Saurier) oder III. (Chamäeleo).

4 Vorderer Ast des N. thoracicus superior IV. (Pseudopus) oder VII. (Crocodilus) für den M. levator scapulae superficialis.
6 Aeste de sN. spinalis VI. für die ventrale und hypaxonische Muskulatur (typische kionokrane Saurier).
7 N. thoracicus superior VI. (typische kionokrane Saurier).
Hinterer Ast des N. thoracicus superior IV. für den M. serratus (Pseudopus).
Hinterer Ast des N. thoracicus superior VII. für die Mm. collo-thoraci-suprascapularis profundus und rhomboideus (Crocodilus).
(7 + 9) N. thoracicus superior (IV. + V.) (Chamaeleo).
7^a Proximal abgehender N. thoracicus superior VIII. (Crocodilus).
7^b Distal abgehender N. thoracicus superior VIII. (Crocodilus).
9 N. thoracicus superior VII. (typische kionokrane Saurier) oder V. (Pseudopus) oder IX. (Crocodilus).
10 Aeste des N. spinalis VII. an die Bauchmuskulatur etc. (typ. kionokr. Saur.).
10^a N. thoracicus inferior.
$10^a{}_1$ Vom N. spinalis VIII.,
$10^a{}_2$ Vom N. spinalis IX.,
$10^a{}_3$ Vom N. spinalis X. stammende Wurzeln desselben (Crocodilus).
11 Aeste des N. spinalis VIII. (typ. kionokr. Saur.) oder VI. (Pseudopus) oder V. und VI. (Chamaeleo) an die Intercostal- und Bauchmuskeln und an die Haut.
11^b Aeste des N. spinalis IX. an die Intercostalmuskeln etc. (typ. kionokr. Saur.).
12 N. supracoracoideus (supracoracoscapularis).
12 (?) Rudimentärer N. supracoracoideus von Pseudopus (?).
(13 + 14) Muskelast des N. supracoracoideus.
15 Hautast des N. supracoracoideus.
Ri Rudimentärer N. brachialis inferior (Pseudopus).
18 N. cutaneus pectoralis (Crocodilus).
19 N. pectoralis.
21 N. brachialis longus inferior.
22 N. coraco-brachialis.
22^b Ast für den proximalen Bauch des M. coraco-antebrachialis (biceps) (typ. kionokr. Saur.).
22^c Ast für den distalen Bauch des M coraco-antebrachialis (biceps) (typ. kionokr. Saur.) oder für den M. biceps überhaupt (Crocodile).
(22^c + 24) Ast für die Mm. biceps und humero-antebrachialis inferior (Chamaeleo).
24 R. muscularis für den N. humero-antebrachialis inferior.
(25 + 42) N. cutaneus brachii et antebrachii medialis (Saurier, Crocodile).
Rs Rudimentärer N. brachialis superior (N. latissimus dorsi?. (Pseudopus.
29 N. subcoracoscapularis (typ. kionokr. Saurier, Chamaeleo) oder N. subscapularis (Crocodilus).
29^b N. teres major.
30 N. dorsalis scapulae (typ. kionokr. Saur., Chamaeleo).
31 Ast für den M. deltoides scapularis (typ. kionokr. Saur.).
31 N. dorsalis scapulae (posterior) (Crocodilus).
32 N. cutaneus brachii superior lateralis (typ. kionokr. Saur.).

(32 + 33) N. axillaris (Crocodilus).
32 N. cutaneus brachii et antebrachii superior lateralis (Crocodilus).
32ª N. humero-radialis (Crocodilus).
33 Ast für den M. deltoides clavicularis (typ. kionokr. Saur.) oder M. deltoides inferior (Crocodilus).
34 Nn. latissimi dorsi.
(35 + 38) N. brachialis longus superior (radialis) (Chamaeleo, Crocodilus).
36 N. anconaeus (kionokr. typ. Saur.).
36 Rr. musculares für den M. anconaeus (Chamaeleo, Crocodilus).
36ª N. scapulo-humeralis profundus.
(37 + 38) N. brachialis longus superior (radialis) (typ. kionokr. Saur.).
40 Rr. musculares für den M. anconaeus humeralis lateralis und medialis (typ. kionokr. Saur.).
41 N. cutaneus antebrachii lateralis (typ. kionokr. Saur.).
42 (?) N. cutaneus brachii medialis (Crocodilus).
43 Haut- und Muskeläste, die weder von Kopfnerven noch vom Plexus brachialis abstammen.

C. Muskeln:

cu M. capiti-dorso-clavicularis (cucullaris) der typischen kionokranen Saurier oder dorso-scapularis (cucullaris) der Crocodile.
cclest M. capiti-cleidoepisternalis (episterno-cleido-mastoideus) (typ. kionokr Saur.).
cst M. capiti-sternalis (sterno-mastoideus) (Crocodilus).
cst_1 P. anterior (M. atlanti-mastoideus) und
cst_2 P. posterior (M. sterno-atlanticus) des M. capiti-sternalis (Crocodilus).
cssp M. collo-scapularis superficialis (levator scapulae superficialis).
thssp M. thoraci-scapularis superficialis (serratus superficialis).
cthspr M. collo-thoraci-scapularis profundus (levator scapulae et serratus profundus).
$cthspr_,$ Oberflächliche und
$cthspr_{,,}$ Tiefe Schichte desselben.
rh M. rhomboideus (Crocodilus).
stcisp M. sterno-coracoideus internus superficialis (kionokr. Saur.).
stcipr M. sterno-coracoideus internus profundus (kionokr. Saur.).
cc M. sternocosto-scapularis (kionokr. Saurier) oder costo-coracoideus (Crocodilus).
p M. pectoralis.
$p_,$ Abgelöstes Fascikel des M. pectoralis (Crocodile).
spc M. supracoracoideus (kionokr. Saur.).
spc, Tiefere, die Fenestra coracoidea anterior deckende Partie desselben (k. S.).
spcs M. supracoracoscapularis (Crocodile).
spc P. coracoidea,
sps P. scapularis desselben (k. S.).[1]
cb M. coraco-brachialis.

[1]) Auf Fig. 87 u. 88 durch ein Versehen als $sps_{,,}$ bezeichnet.

cbb M. coraco-brachialis brevis (kion. Saur.).
cbl M. coraco-brachialis longus (kion. Saur.).
b M. coraco-antebrachialis (biceps).
b Proximaler Bauch desselben (Uromastix).
b, Distaler Bauch desselben (Uromastix, Crocodile).
hai M. humero-antebrachialis inferior (brachialis inferior).
dh M. dorso-humeralis (latissimus dorsi).
dh, Hintere aberrirende Portion desselben (Crocodilus).
dsc M. dorsalis scapulae (deltoides scapularis s. superior) (kion. Saur.).
dss M. dorsalis scapulae (deltoides scapularis superior) (Crocodile).
dcl M. cleido-humeralis (deltoides clavicularis s. inferior) (kion. Saur.).
dsi M. deltoides scapularis inferior (Crocodilus).
shpr M. scapulo-humeralis profundus.
tmaj M. teres major.
sbcsc M. subcoracoscapularis (kionokr. Saur.).
sbc P. coracoidea.
sbsc P. scapularis desselben.
sbsc M. sub-scapularis (Crocodilus).
a M. anconaeus.
asl M. anconaeus scapularis lateralis (kionokr. Saur.).
asl, M anconaeus scapularis lateralis externus (Crocodile).
ac M. anconaeus coracoideus (kionokr. Saur.).
acs M. anconaeus coraco-scapularis (Crocodile).
ahl M. anconaeus humeralis lateralis (Saurier und Crocodile).
ahp M. anconaeus humeralis posticus (Crocodile).
ahm M. anconaeus humeralis medialis (Saurier und Crocodile).
hr M. humero-radialis (Crocodilus).
sphc M. sphincter colli.
esthy M. episterno-hyoideus (Crocodilus).
oclehy M. omo-cleido-episterno-hyoideus (kionokr. Saurier).
oae M. obliquus abdominis externus.
ic Mm. intercostales.
tra M. transversus abdominis.

Tafel XXIII.

Nerven für die Schultermuskeln der Saurier und Crocodile.

Fig. 57. Plexus brachialis von Platydactylus aegyptiacus. Ventral-Ansicht. Grössenverhältniss $\frac{6}{1}$.

Fig. 58. Plexus brachialis von Platydactylus aegyptiacus nach Wegnahme der Nn. brachiales und thoracici inferiores. Ventral-Ansicht. Grössenverhältniss $\frac{6}{1}$.

Fig. 59. Plexus brachialis von Uromastix spinipes. Ventral-Ansicht. Grössenverhältniss $\frac{5}{2}$.

Fig. 60. Plexus brachialis von Pseudopus Pallasii. Ventral-Ansicht. Grössenverhältniss $\frac{3}{1}$.

Fig. 61. Plexus brachialis von Chamaeleo vulgaris. Ventral-Ansicht. Grössenverhältniss $\frac{4}{1}$.

Fig. 62. Plexus brachialis von Crocodilus acutus. Ventral-Ansicht. Grössenverhältniss $\frac{2}{1}$.

Tafel XXIV und XXV.

Schultermuskeln von Uromastix spinipes.

Taf. XXIV stellt Seiten-, Taf. XXV Ventral-Ansichten im Grössenverhältnisse $\frac{3}{4}$ dar.

Fig. 63. Schultermuskeln nach Wegnahme der Haut.

Fig. 64. Schultermuskeln nach Wegnahme der Mm. sphincter colli (*sphc*), digastricus und pectoralis (*p*).

Fig. 65. Schultermuskeln nach Wegnahme der Mm. cucullaris (*cu*) und capiti-cleidoepisternalis (*cclest*).

Fig. 66. Schultermuskeln nach Wegnahme der Mm. omo-cleido-episterno-hyoideus (*oclehy*) und latissimus dorsi (*dh*).

Fig. 67. Schultermuskeln nach Wegnahme der Mm. deltoides scapularis (*dsc*) und clavicularis (*dcl*) und des M. teres major (*tmaj*).

Fig. 68. Schultermuskeln nach Wegnahme der oberflächlichen Schichte des M. supracoracoideus (*spc*).

Fig. 69. Schultermuskeln nach Wegnahme der tiefen Schichte des M. supracoracoideus (*spc,*) und der Mm. scapulo-humeralis profundus (*shpr*) und biceps (*b*).

Fig. 70. Schultermuskeln nach Wegnahme der Mm. humero-antebrachialis inferior (*hai*) und anconaeus scapularis lateralis (*asl*).

Fig. 71. Tiefe (innere) Schultermuskeln nach Wegnahme des Humerus und seiner Muskulatur. Der Brustgürtel und das Brustbein sind durchsichtig gedacht, um die darunter liegenden Muskeln sichtbar zu machen, und ihre Umrisse durch Punctlinien angegeben.

Fig. 72. Brustgürtel, Brustbein und Oberarm mit Angabe der Ursprünge und Insertionen der Muskeln. Die an der Aussenfläche liegenden sind durch einfache rothe Linien, die an der Innenfläche liegenden durch rothe Punctlinien angedeutet. Ein *o* neben dem Muskelnamen bedeutet Ursprung, ein *i* Insertion.

Fig. 73. Schultermuskeln nach Wegnahme der Haut. Vergleiche Fig. 63.

Fig. 74. Schultermuskeln nach Wegnahme der Mm. sphincter colli (*sphc*), digastricus und pectoralis (*p*). Vergleiche Fig. 64.

Fig. 75. Schultermuskeln nach Wegnahme der Mm. cucullaris (*cu*), capiti-cleido-episternalis (*ccest*), latissimus dorsi (*dh*) und omo-cleido-episterno-hyoideus (*oclehy*). Vergleiche Fig. 66.

Fig. 76. Schultermuskeln nach Wegnahme der Mm. deltoides scapularis (*dsc*) und clavicularis (*dcl*) und des M. teres major (*tmaj*). Vergleiche Fig. 67.

Fig. 77. Schultermuskeln nach Wegnahme der oberflächlichen Schichte des M. supracoracoideus (*spc*). Vergleiche Fig. 68.

Fig. 78. Schultermuskeln nach Wegnahme der tiefen Schichte des M. supracoracoideus (*spc,*) und der Mm. scapulo-humeralis profundus (*shpr*) und biceps (*b*). Vergleiche Fig. 69.

Fig. 79. Schultermuskeln nach Wegnahme der Mm. humero-antebrachialis inferior (*hai*) und anconaeus scapularis lateralis (*asl*). Vergleiche Fig. 70.

Fig. 80. Schultermuskeln nach Wegnahme der Mm. coraco-brachiales brevis (*cbb*) und longus (*cbl*).

Fig. 81. Tiefe (innere) Schultermuskeln nach Wegnahme des Humerus[1]) und seiner Muskulatur. Vergleiche Fig. 71.

Fig. 82. Brustgürtel, Brustbein und Oberarm mit Angabe der Ursprünge und Insertionen der Muskeln. Vergleiche Fig. 72.

Tafel XXVI und XXVII.

Schultermuskeln von Crocodilus acutus.

Taf. XXVI stellt Seiten-, Taf. XXVII Ventral-Ansichten im Grössenverhältniss $\frac{9}{10}$ dar.

Fig. 83. Schultermuskeln nach Wegnahme der Haut.

Fig. 84. Schultermuskeln nach Wegnahme des M. sphincter colli (*sphc*).

Fig. 85. Schultermuskeln nach Wegnahme des hinteren Theils des M. capitisternalis (cst_2) und der Mm. cucullaris (*cu*), pectoralis (*p*) und episternohyoideus (*esthy*).

Fig. 86. Schultermuskeln nach Wegnahme des vorderen Theils des M. capitisternalis (cst_1) und des M. latissimus dorsi (*dh*).

Fig. 87. Schultermuskeln nach Wegnahme der Mm. teres major (*tmaj*) und deltoides scapularis inferior (*dsi*).

Fig. 88. Schultermuskeln nach Wegnahme der Pars coracoidea des M. supracoracoscapularis (*spc*) und des M. deltoides scapularis superior (*dss*).

Fig. 89. Schultermuskeln nach Wegnahme der P. scapularis des M. supracoracoscapularis (*sps*) und des M. biceps (*b*).

Fig. 90. Schultermuskeln nach Wegnahme der Mm. coraco-brachialis brevis *cbb*), humero-brachialis inferior (*hai*) und anconaeus scapularis lateralis externus (asl_1).

Fig. 91. Oberflächliche Schichte der tiefen (inneren) Schultermuskeln nach Wegnahme des Humerus und seiner Muskulatur. Der Brustgürtel ist durchsichtig gedacht, um die darunter liegenden Muskeln sichtbar zu machen, und seine Umrisse durch Punctlinien angegeben.

Fig. 92. Tiefe Schichte der tiefen (inneren) Schultermuskeln nach Wegnahme des Humerus und seiner Muskulatur, sowie der Mm. collo-scapularis superficialis (*cssp*) und thoraci-scapularis superficialis (*thcsp*).

Fig. 93. Brustgürtel, Brustbein und Oberarm mit Angabe der Ursprünge und Insertionen der Muskeln. Die an der Aussenfläche liegenden sind durch einfache rothe Linien, die an der Innenfläche befindlichen durch Punctlinien angedeutet. Ein *o* neben dem Muskelnamen bedeutet Ursprung, ein *i* Insertion.

Fig. 94. Schultermuskeln nach Wegnahme der Haut. Vergleiche Fig. 83.

Fig. 95. Schultermuskeln nach Wegnahme des M. sphincter colli (*sphc*). Vergleiche Fig. 84.

Fig. 96. Schultermuskeln nach Wegnahme des hinteren Theiles des M. capitisternalis (cst_2) und der Mm. cucullaris (*cu*), pectoralis (*p*) und episternohyoideus (*esthy*). Vergleiche Fig. 85.

[1]) Rechterseits ist das proximale Ende des Humerus angedeutet. Die das Lig. sterno-scapulare internum (resp. die Sehne des M. costo-coracoideus) mit dem sehnigen Anfang des M. anconaeus coracoideus verbindende Sehne ist weggelassen. Der sternale Anfang des Lig. sterno-scapulare internum ist durch M. costo-coracoideus gedeckt.

Fig. 97. Schultermuskeln nach Wegnahme des vorderen Theiles des M. capitisternalis (cst_1) und der Mm. latissimus dorsi (*dl*), teres major (*tmaj*) und deltoides-scapularis inferior (*dsi*). Vergleiche Fig. 87.

Fig. 98. Schultermuskeln nach Wegnahme der Pars coracoidea des M. supracoracoscapularis (*spc*) und des M. deltoides scapularis superior (*dss*). Vergleiche Fig. 88.

Fig. 99. Schultermuskeln nach Wegnahme der P. scapularis des M. supracoracoscapularis (*sps*) und des M. biceps (*b*). Vergleiche Fig. 89.

Fig. 100. Schultermuskeln nach Wegnahme der Mm. coraco-brachialis brevis (*cbb*) humero-antebrachialis inferior (*hai*) und anconaeus scapularis lateralis externus (asl_e). Vergleiche Fig. 90.

Fig. 101. Tiefe (innere) Schultermuskeln nach Wegnahme des Humerus und seiner Muskulatur. Vergleiche Fig. 91.

Fig. 102. Brustgürtel, Brustbein und Humerus mit Angabe der Ursprünge und Insertionen der Muskeln. Vergleiche Fig. 93.

Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.

Fig. 57

Fig. 58.

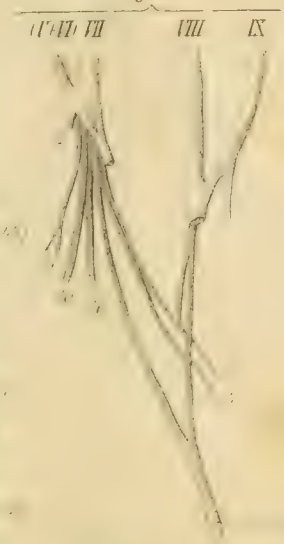


Fig. 59

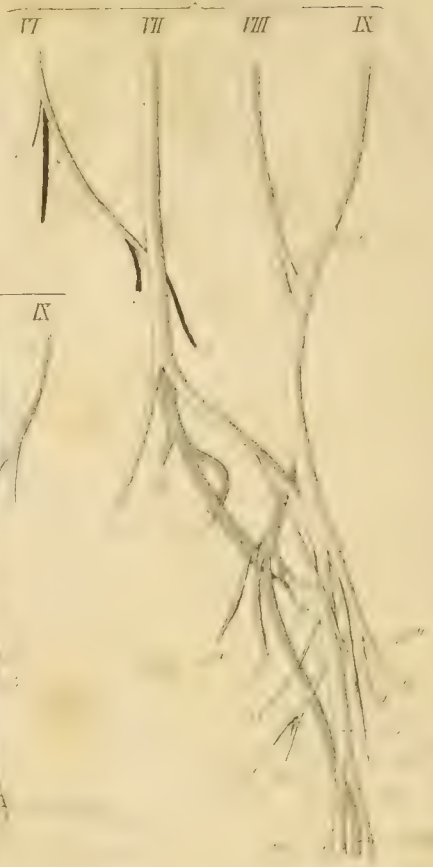


Fig. 61.

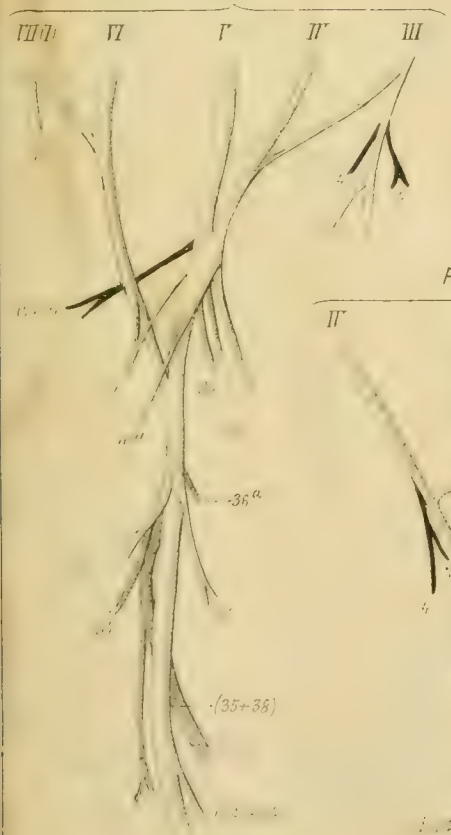


Fig. 60.

Fig 62

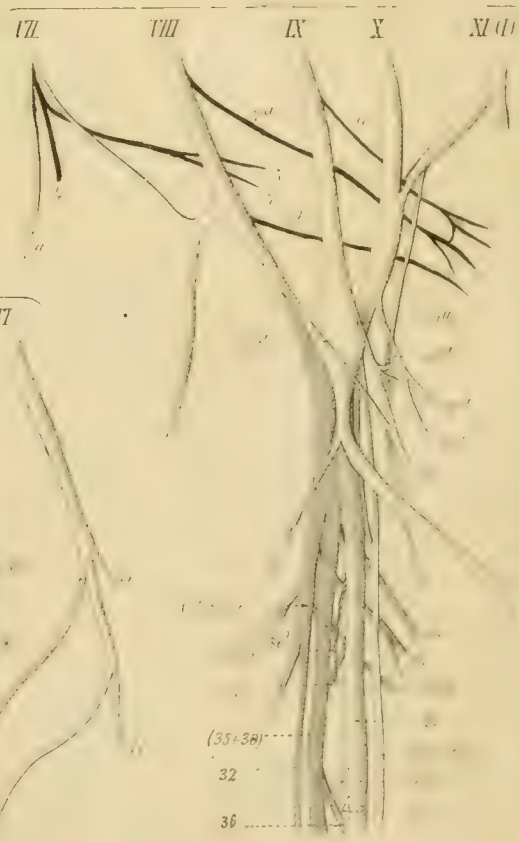
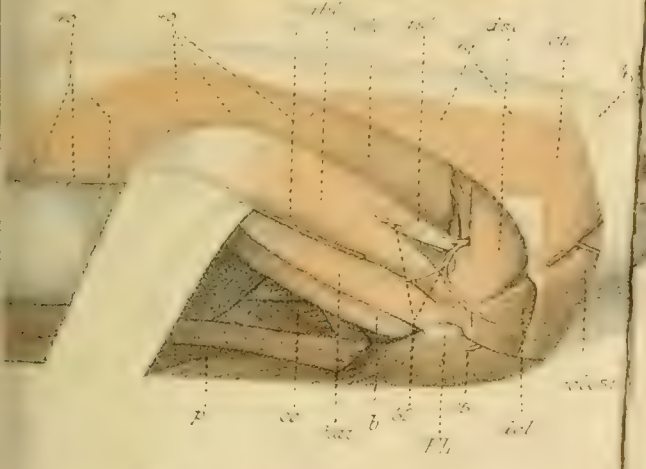


Fig. 71.



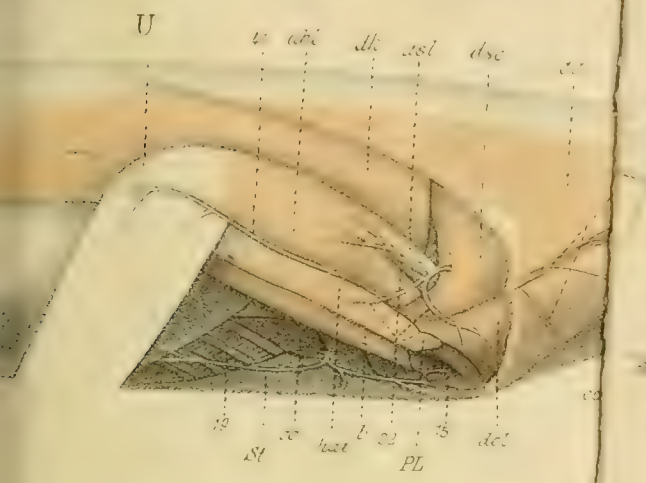
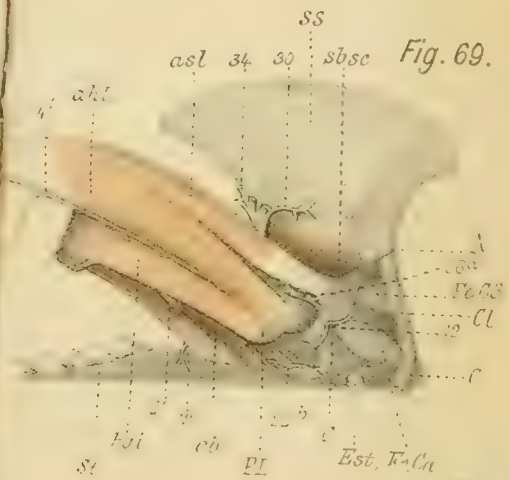


Fig. 69.



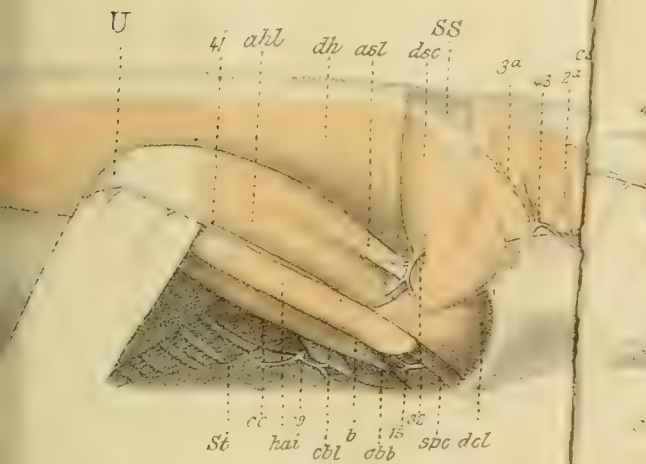


Fig. 70.

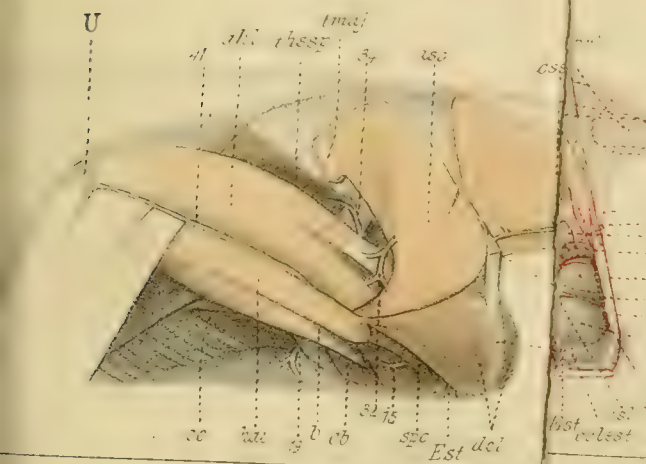


Fig. 72.

Fig. 63

Fig. 64.

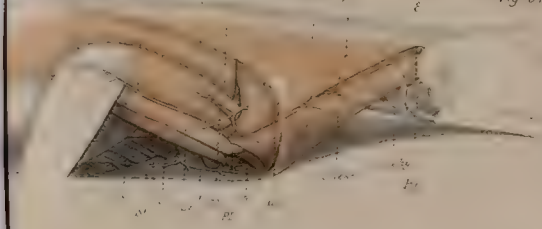


Fig. 65

Fig. 66

Fig. 71

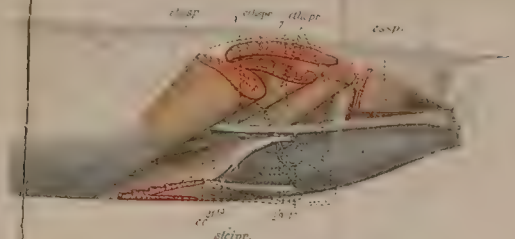


Fig. 67.

Fig. 69.

Fig. 68

Fig. 70

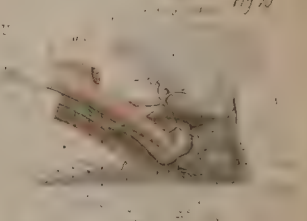


Fig. 72

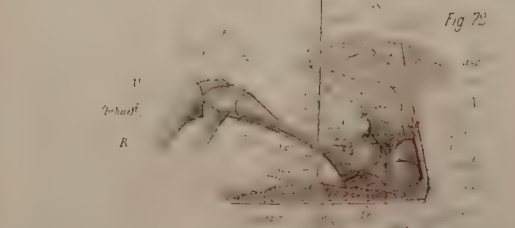


Fig. 81.

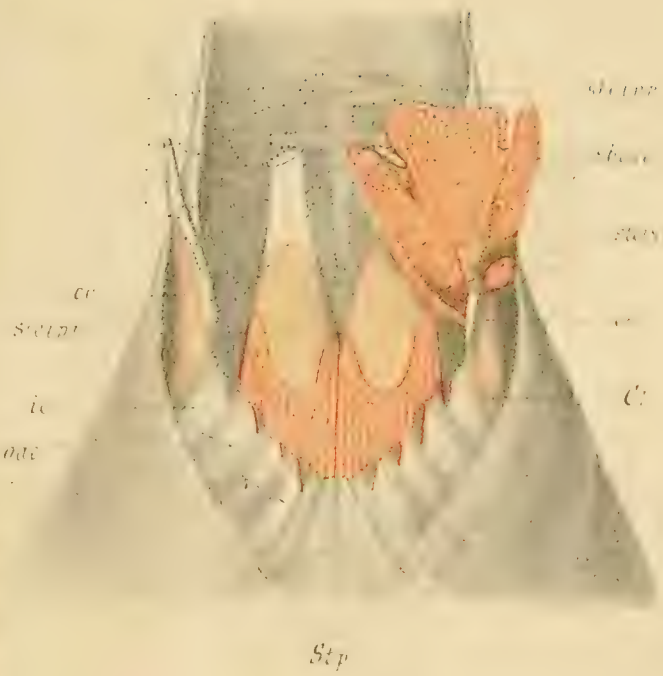


Fig. 77

Fig. 78.

Fig. 82.

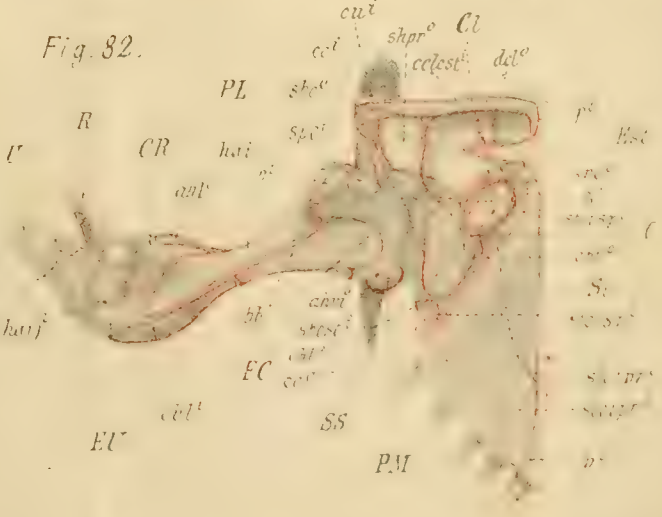


Fig 73

Fig 74

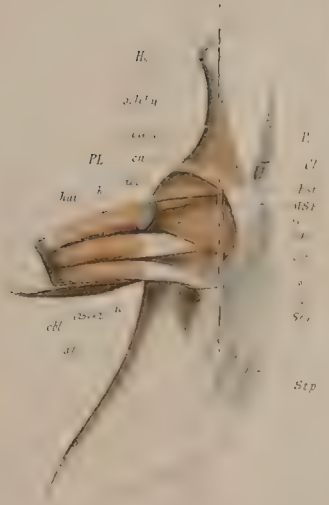


Fig 75

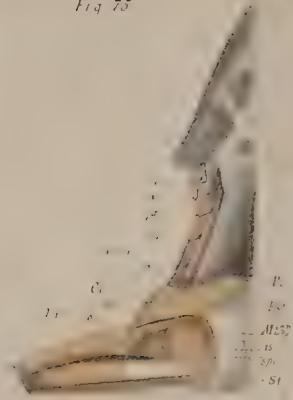


Fig. 81.

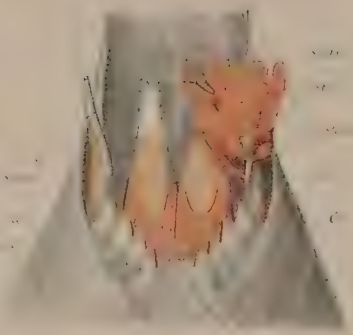


Fig. 78.

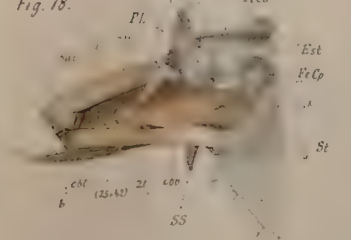


Fig 79

Fig 80

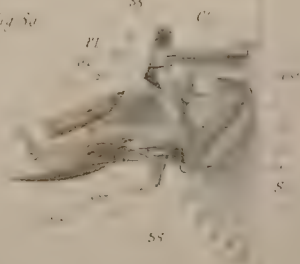
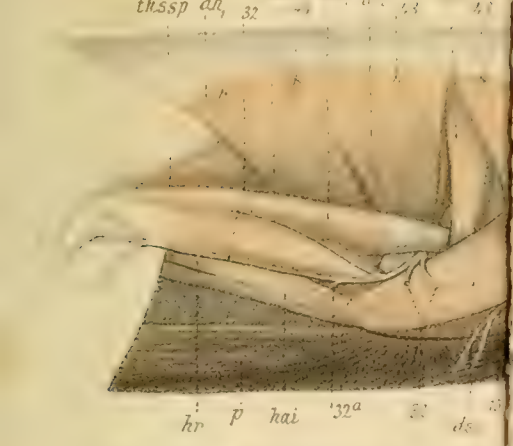
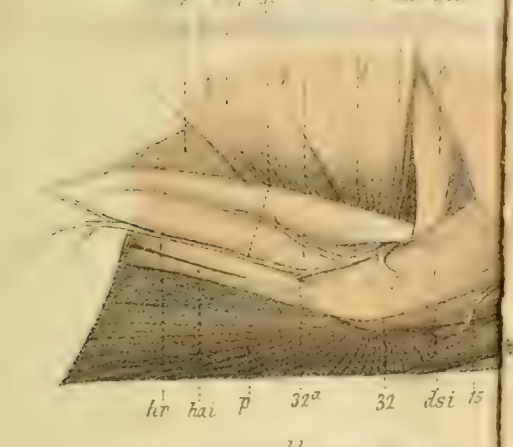


Fig 82





Max Fürbringer del.

Fig. 87.

Fig. 88

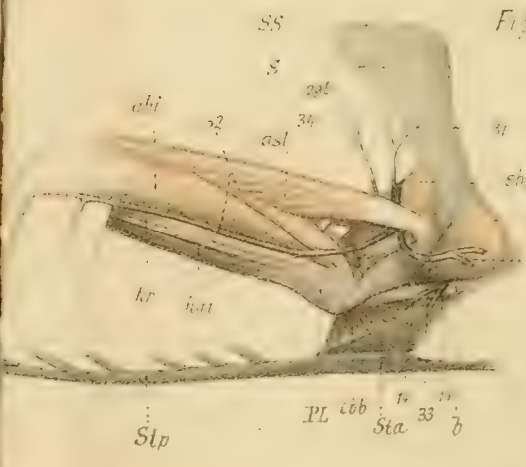
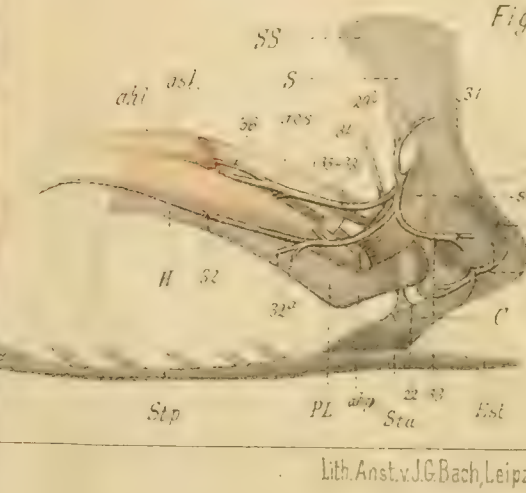


Fig. 89.

Fig. 90.



Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig.

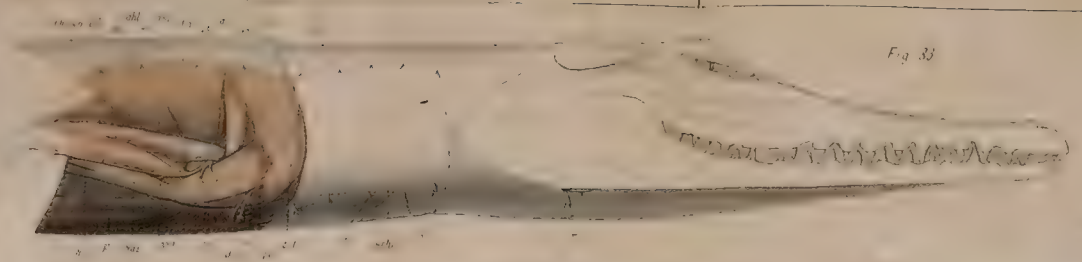


Fig. 83

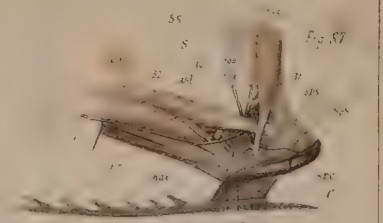


Fig. 87

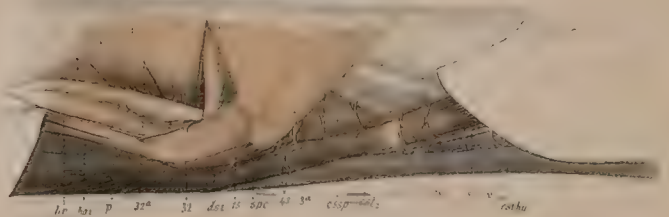


Fig. 84

Fig. 92

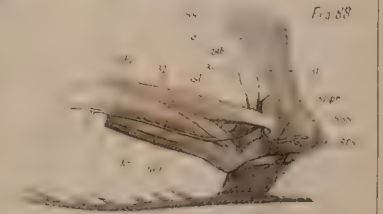


Fig. 88

Fig. 85.

Fig. 91

Fig. 89

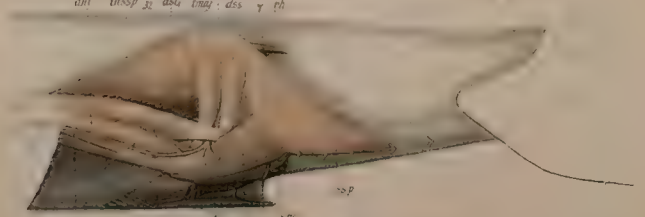


Fig. 86

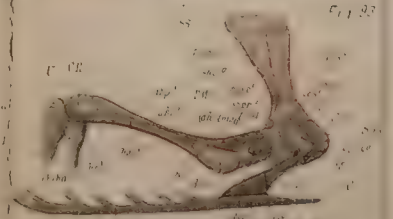


Fig. 93

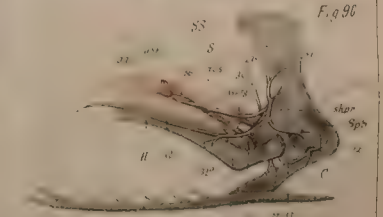


Fig. 90

Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig.

Fig. 97.

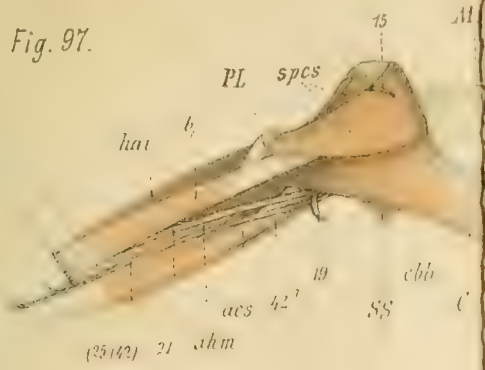


Fig. 98.

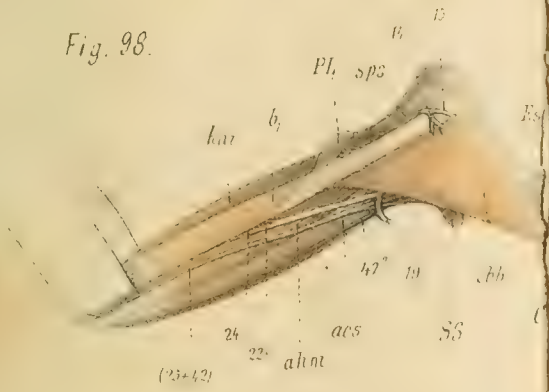


Fig. 96.

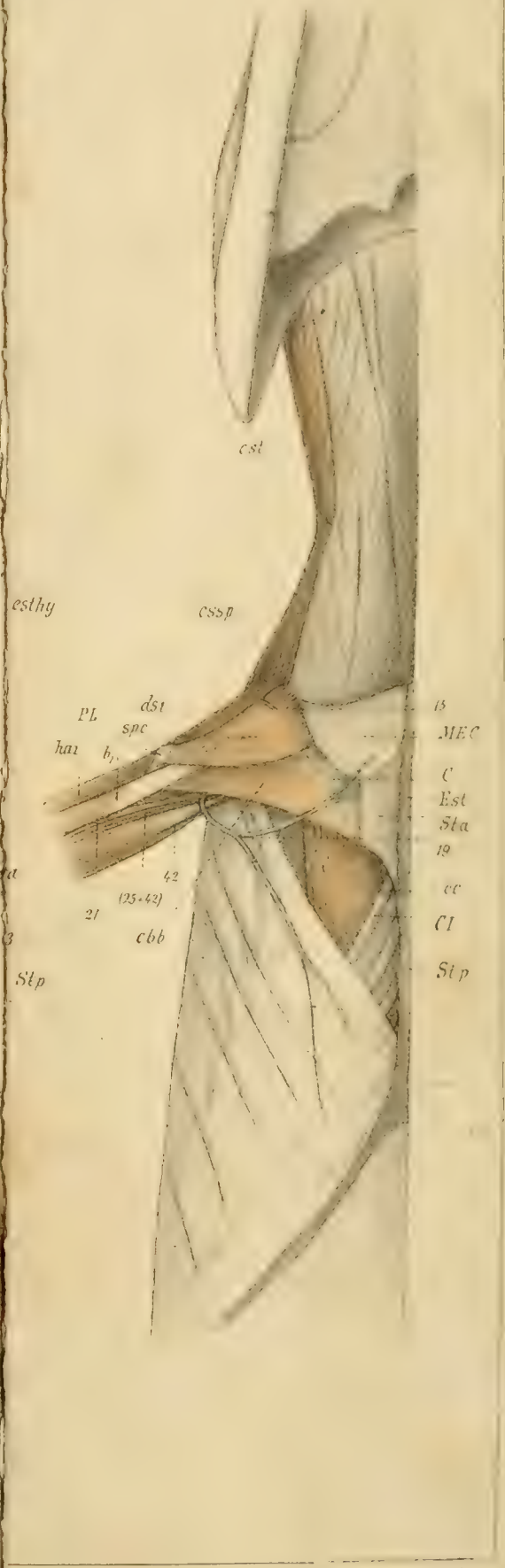
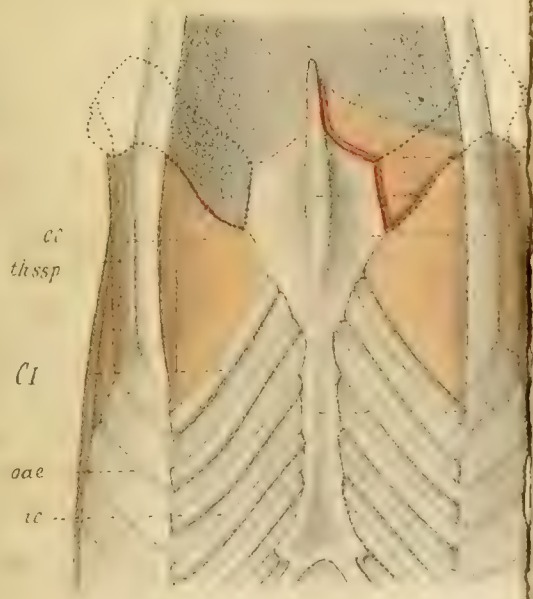
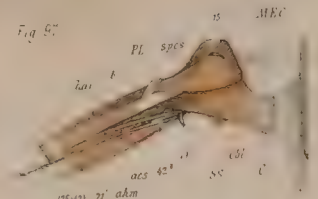


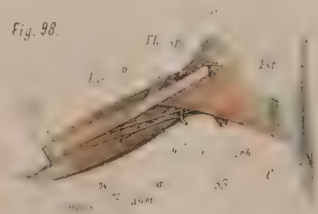
Fig. 101.

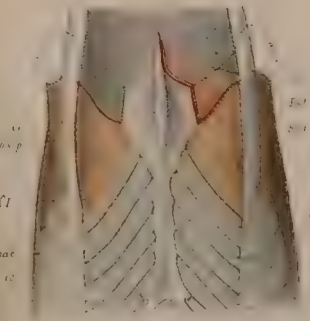


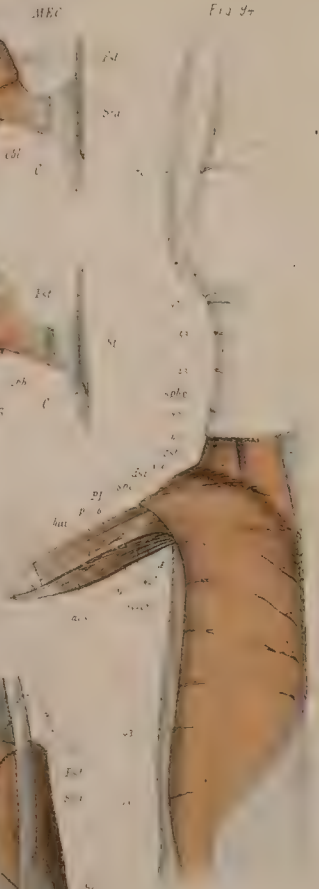
Max Fürbringer del.

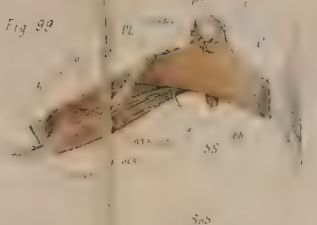
Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig.

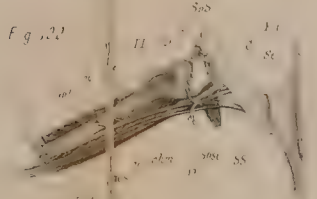


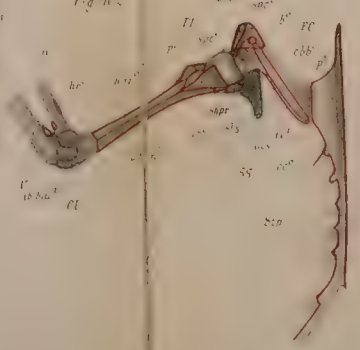


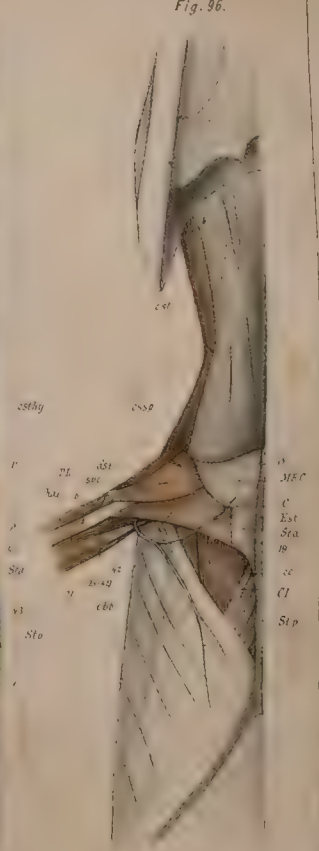












Morphologisches jah

JUN 12 1964
OCT 15 1966
MAY 10 1972
APR 8 1975
APR - 3 1984

100130333